

А.Н.Евсеев

Радиолюбительские устройства телефонной связи

Издательство «Радио и связь»



Основана в 1947 году
Выпуск 1180

А.Н.Евсеев

Радиолюбительские устройства телефонной связи



Москва
«Радио и связь» 1992

ББК 32.88
Е25
УДК 621.395.2:001.92

Рецензент канд. техн. наук. *В. А. Зеленский*

Евсеев А. Н.

Е25 Радиолюбительские устройства телефонной связи.— М.: Радио и связь, 1992.—80 с.: ил.— (Массовая радиобиблиотека; Вып. 1180)

ISBN 5-256-00791-2.

Описаны различные по сложности и функциональному назначению устройства для установления телефонной связи между абонентами, а также приставки к аппаратам. Эти устройства могут быть использованы для организации телефонной связи на небольших предприятиях, в колхозах и совхозах, школах, дворцах культуры и др. К устройствам подключается до 10 абонентов, но число легко увеличивается до нескольких десятков.

Для широкого круга радиолюбителей.

Е $\frac{2302020200-009}{046(01)-92}$ 23-92 **ББК 32.88**

Научно-популярное издание

Массовая радиобиблиотека. Вып. 1180

ЕВСЕЕВ АНДРЕЙ НИКОЛАЕВИЧ

РАДИОЛЮБИТЕЛЬСКИЕ УСТРОЙСТВА ТЕЛЕФОННОЙ СВЯЗИ

Научный редактор В. Г. Борисов
Редвктор издательства И. Н. Суслова
Художественный редактор Н. С. Шеин
Технический редактор И. В. Волченкова
Корректор Т. В. Дзюмидович

ИБ № 2327

Сдано в набор 5.08.91 Подписано в печать 25.12.91. Формат 60×88/16
Бумага офсетная № 2. Гарнитура литературная Печать офсетная Усл. печ. л. 4.9.
Усл. кр.-отт. 5.15. Уч.-изд. л. 5.13. Тираж 10 000 экз. Изд. № 23188
Зак. № 1242. С-009
Издательство «Радио и связь». 101000 Москва, Почтамт, а/я 693

Московская типография № 4 Министерства печати и информации РФ.
129041, Москва, Б. Переяславская, 46

ISBN 5-256-00791-2

Предисловие

Более 110 лет люди пользуются услугами телефонной связи. Мы настолько привыкли к телефону, что без него с трудом можем представить свою жизнь.

В настоящее время число телефонов в мире превысило 600 млн. и продолжает интенсивно увеличиваться. Все шире и шире применяется автоматическая телефонная связь, когда абонент из Москвы, не прибегая к услугам телефонистки, может позвонить, скажем, в Хабаровск или на Кубу.

Широко внедряют телефонную связь на предприятиях и в организациях, в колхозах и совхозах. Для этих целей используют как автоматические телефонные станции емкостью 50—100 номеров так и коммутаторы типа КД-18, КД-36, «Псков», КАС, «Темп-40» и др., для связи руководителя с подчиненными. Однако подобные устройства дефицитны, их стоимость достаточно высока, велики и массогабаритные показатели. Телефонные коммутаторы для связи 5—10 абонентов вообще не выпускают для широкой продажи, а между тем их можно было бы с успехом использовать в небольших домах, школах, дворцах культуры, производственных подразделениях, для связи между отдельными квартирами или дачами.

В книге предложено несколько вариантов устройств для организации телефонной связи, причем все они проще и дешевле, чем выпускаемые промышленностью. Выполнить их можно на базе стандартных телефонных аппаратов, имеющихся в продаже. В некоторых устройствах можно использовать аппараты, в которых исправны только микротелефонная трубка и звонок.

В книге также приведены схемы приставок к телефонному аппарату, позволяющие осуществлять световую сигнализацию вызова, заменять резкий звук звонка приятной для слуха трелью соловья, сообщать хозяину, сколько раз ему звонили в его отсутствие, ограничивать круг звонящих абонентов. Все описанные приставки, выполненные в виде подставки под телефонный аппарат, не имеют связи с линией городской телефонной сети, а прием вызова осуществляется путем регистрации магнитного поля звонка.

Наиболее простые устройства могут быть повторены даже начинающими радиолюбителями, для сборки же более сложных устройств потребуется некоторый опыт. Работа устройств описана весьма подробно, приведены чертежи печатных плат и рисунки корпусов. Даны подробные рекомендации по их налаживанию.

УСТРОЙСТВО ТЕЛЕФОННОГО АППАРАТА И ОСНОВЫ ТЕЛЕФОННОЙ СВЯЗИ

В состав телефонных аппаратов, предназначенных для работы в телефонных сетях, входят следующие обязательные элементы: микрофон и телефон, объединенные в микротелефонную трубку, вызывное устройство, трансформатор, разделительный конденсатор, номеронабиратель, рычажный переключатель. На принципиальных электрических схемах телефонный аппарат обозначают буквой Е.

Кратко рассмотрим назначение основных элементов телефонного аппарата.

Микрофон служит для преобразования звуковых колебаний речи в электрический сигнал звуковой частоты. Микрофоны могут быть угольными, конденсаторными, электродинамическими, электромагнитными, пьезоэлектрическими. Их можно классифицировать на активные и пассивные. Активные микрофоны непосредственно преобразуют звуковую энергию в электрическую. В пассивных же микрофонах звуковая энергия преобразуется в изменение какого-либо параметра (чаще всего — емкости и сопротивления). Для работы такого микрофона обязательно требуется вспомогательный источник питания.

В массовых телефонных аппаратах применяют, как правило, угольные микрофоны, в которых под действием звуковых волн изменяется электрическое сопротивление угольного порошка, находящегося под мембраной. Наиболее широко используют микрофонные капсюли типов МК-10, МК-16, обладающие достаточно высокой чувствительностью (в описываемых устройствах применены в основном угольные микрофоны). На принципиальных схемах микрофон обозначают латинскими буквами BM.

Следует отметить, что в последнее время ряд телефонных аппаратов оснащают также конденсаторными микрофонами типов МКЭ-3, КМ-4, КМ-7.

Телефоном называют прибор, предназначенный для преобразования электрических сигналов в звуковые и рассчитанный для работы в условиях нагрузки на ухо человека. В зависимости от конструктивных особенностей телефоны подразделяют на электромагнитные, электродинамические, с дифференциальной магнитной системой и пьезоэлектрические. В телефонных аппаратах наиболь-

шее распространение получили телефоны электромагнитного типа. В таких телефонах катушки закреплены неподвижно. Под действием протекающего в катушках тока возникает переменное магнитное поле, приводящее в движение подвижную мембрану, которая и излучает звуковые колебания. В современных телефонных аппаратах применяют в основном телефонные капсюли типа ТК-67, а в аппаратах устаревших конструкций — также ТК-47 и ТА-4.

Полоса рабочих частот для микрофонов и телефонов, используемых в телефонных аппаратах, составляет примерно 300... 3500 Гц. На принципиальных схемах телефон обозначают латинскими буквами BF.

Для удобства пользования микрофон и телефон объединены в *микротелефонной трубке.*

Вызывное устройство служит для преобразования вызывного сигнала переменного тока в звуковой сигнал. Применяют электромагнитные или электронные вызывные устройства. Первое из них представляет собой одно- или двухкатушечный звонок. Звуковой сигнал образуется в результате удара бойка о звонковые чашки. Протекающий в катушках ток частотой 16...50 Гц создает переменное магнитное поле, которое приводит в движение якорь с бойком. Как правило, в телефонных звонках используют постоянные магниты, создающие определенную полярность магнитопровода, поэтому такие звонки называют поляризованными. Сопротивление обмоток звонка постоянному току составляет 1,5...3 кОм, рабочее напряжение 30...50 В. На принципиальных схемах звонок обозначают латинскими буквами НА.

Электронное вызывное устройство преобразует вызывной сигнал в звуковой тональный сигнал, который может имитировать, например, пение птицы. В качестве акустического излучателя при этом используют телефон или пьезоэлектрический вызывной прибор ВП-1. Такие вызывные устройства применяют, например, в современных телефонных аппаратах ТА-1131 «Лана», ТА-1165 «Стелла» и др. Электронные вызывные устройства выполняют на транзисторах и микросхемах.

Трансформатор телефонного аппарата предназначен для связи отдельных элементов разговорной части и для согласования их сопротивлений с входным сопротивлением абонентской линии. Он, кроме того, позволяет устранять так называемый местный эффект, о чем будет сказано ниже. Трансформаторы изготовляют с отдельными обмотками или в виде автотрансформаторов.

Разделительный конденсатор служит элементом подключения вызывного устройства к абонентской линии в режиме ожидания приема вызова. При этом обеспечивается практически бесконечно большое сопротивление телефонного аппарата постоянному току и малое сопротивление — переменному. В телефонных аппаратах применяют разделительные конденсаторы типов МБМ, К73-П емкостью 0,25...1 мкФ и на номинальное напряжение 160...250 В.

Номеронабиратель обеспечивает подачу импульсов набора номера в абонентскую линию с целью установления требуемого соединения. Импульсы служат для периодических замыканий и размыканий линий. В современных телефонных аппаратах применяют механические и электронные номеронабиратели. Дисковый механический номеронабиратель имеет диск с десятью отверстиями. При вращении диска по часовой стрелке заводится пружина механизма номеронабирателя. После отпускания диска он вращается в обратную сторону под действием пружины, при этом происходит периодическое размыкание контактов, коммутирующих абонентскую линию. Необходимая скорость и равномерность вращения диска достигаются наличием центробежного регулятора или фрикционного механизма. Формирование импульсов при свободном движении диска обеспечивает их стабильную частоту и необходимый интервал между импульсными посылками, соответствующими двум соседним цифрам набираемого номера. Необходимый интервал обеспечивается благодаря тому, что число размыканий импульсных контактов всегда выбирается на одно-два больше, чем требуется подать импульсов в линию. Этим обеспечивается гарантированная пауза между пачками импульсов (0,2...0,3 с). При этом указанные лишние контакты шунтируются одной из групп контактов номеронабирателя. Имеются также контакты, замыкающие телефон при наборе номера, чтобы исключить неприятные щелчки. Частота импульсов, формируемых номеронабирателем, должна составлять (10 ± 1) импульс/с. Число проводов, соединяющих номеронабиратель с другими элементами телефонного аппарата, может быть 3—5.

Электронные номеронабиратели, которыми комплектуются многие современные телефонные аппараты (например, ТА-5, ТА-7, ТА-101), выполнены на интегральных микросхемах и транзисторах. Набор номера осуществляют нажатием кнопок клавиатуры — так называемой тастатуры. Поскольку скорость нажатия кнопок может быть сколь угодно большой, в среднем на наборе одной цифры номера экономится 0,5 с. Кроме того, тастатурные номеронабиратели предоставляют пользователям различные удобства, экономящие время — запоминание последнего набранного номера, возможность запоминания нескольких десятков номеров и др. Питание электронных номеронабирателей осуществляется как от абонентской линии, так и от электроосветительной сети напряжением 220 В через блок питания.

Рычажный переключатель обеспечивает подключение к абонентской линии вызывного устройства телефонного аппарата в нерабочем состоянии (микротелефонная трубка лежит) и разговорных цепей или номеронабирателя в рабочем состоянии (трубка снята). Рычажный переключатель представляет собой группу из нескольких переключающих контактов, срабатывающих при снятии телефонной трубки.

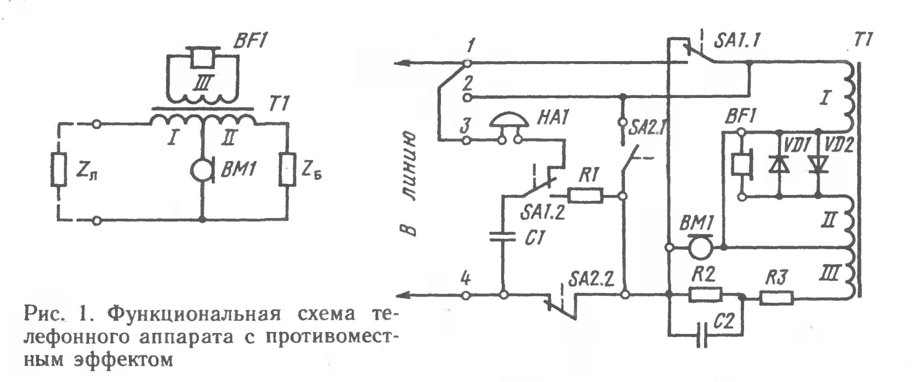


Рис. 1. Функциональная схема телефонного аппарата с противоместным эффектом

Рис. 2. Схема телефонного аппарата ТА-72М-5

Кроме перечисленных элементов, в состав телефонного аппарата входят также резисторы, конденсаторы, диоды, транзисторы, образующие разговорную цепь аппарата.

Рассмотрим устройство телефонного аппарата в целом.

При работе телефонного аппарата в разговорном режиме возникает местный эффект, т. е. прослушивание собственной речи в телефоне аппарата. Местный эффект объясняется тем, что ток, протекающий через микрофон, поступает не только в абонентскую линию, но и в собственный телефон. Для устранения этого нежелательного явления в современных телефонных аппаратах используют противоместные устройства.

Существуют различные типы подобных устройств. Рассмотрим одно из них — противоместное устройство мостового типа (рис. 1). Микрофон BM1, телефон BF1, балансный контур $Z_б$ и линия $Z_л$ связаны между собой обмотками трансформатора T1: линейной I, балансной II и телефонной III. Во время разговора, когда сопротивление микрофона изменяется, разговорные токи звуковой частоты протекают по двум цепям: линейной и балансной. Из схемы видно, что токи, протекающие через обмотки I и II, суммируются с противоположными знаками, поэтому ток в обмотке III будет отсутствовать в том случае, если токи в линейной и балансной обмотках равны по величине. Это достигается соответствующим выбором элементов балансного контура $Z_б$, параметры которого зависят от параметров линии $Z_л$. Сопротивление линии содержит активную и емкостную составляющие, поэтому балансный контур выполняют из резисторов и конденсаторов.

Полное устранение местного эффекта достигается только на одной определенной частоте и определенных параметрах линии, что в реальных условиях невыполнимо, поскольку речевой сигнал содержит широкий спектр частот, а параметры линии изменяются в широких пределах (зависят от удаленности абонента от АТС, пере-

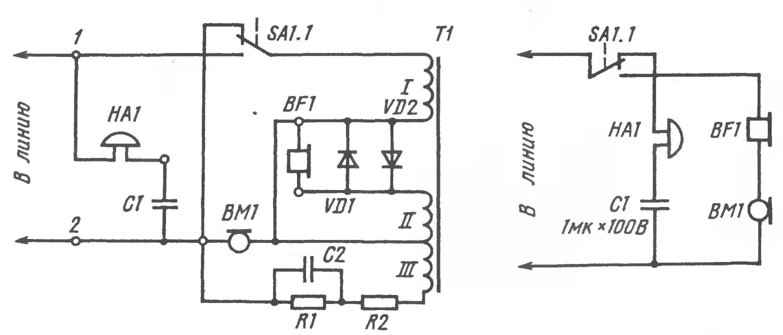


Рис. 3. Схема телефонного аппарата без номеронабирателя ТА-68ЦБ-2

Рис. 4. Схема самодельного телефонного аппарата

ходных сопротивлений и емкостей в кабелях и др.), поэтому на практике местный эффект не уничтожается полностью, а только ослабляется.

Рассмотрим схему телефонного аппарата ТА-72М-5 (рис. 2), предназначенного для работы в городских сетях. Его коммутационно-вызывную часть образуют рычажный переключатель SA1, звонок HA1, разделительный конденсатор C1 и номеронабиратель SA2. Разговорная часть телефонного аппарата состоит из телефона BF1, микрофона BM1, трансформатора T1, балансного контура (конденсаторы C1 и C2, резисторы R1—R3) и ограничительных диодов VD1, VD2. Разговорная часть выполнена по противоместной схеме мостового типа.

В исходном состоянии контактов рычажного переключателя SA1 и номеронабирателя SA2, показанном на схеме, к линии подключены последовательно соединенные между собой звонок HA1 и конденсатор C1, а разговорная часть отключена. При появлении вызывного напряжения на зажимах 1 и 4 телефонного аппарата ток протекает по цепи: зажим 1— перемычка — зажим 3— обмотка звонка — нормально замкнутые контакты SA1.2 рычажного переключателя — конденсатор C1 — зажим 4. (Направление тока выбрано условно — с таким же успехом его можно было бы считать протекающим от зажима 4 к зажиму 1.) Услышав звонок, абонент снимает трубку. При этом контакты SA1.1 и SA1.2 переключаются в другое положение, отключая вызывную цепь и подключая к линии разговорную цепь. Сопротивление постоянному току между зажимами 1 и 4 изменяется от очень большого (сотни килоом — мегаомы) до относительно малого (сотни ом), это фиксируется приборами телефонной станции, и они переключаются в разговорный режим.

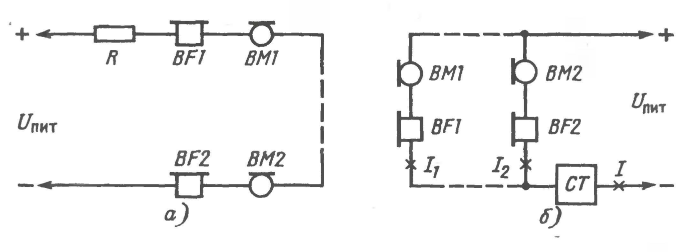


Рис. 5. Схема разговорных цепей:

а — с последовательным соединением телефонных аппаратов; б — с параллельным соединением аппаратов

При наборе номера контакты SA2.1 номеронабирателя находятся в замкнутом состоянии во время прямого и возвратного вращения диска, что обеспечивает шунтирование разговорной цепи и исключает прослушивание щелчков в телефоне. При возвратном вращении диска номеронабирателя контакты SA2.2 разрывают линейную цепь, и приборы станции по числу таких размыканий фиксируют номер вызываемого абонента.

Диоды VD1 и VD2 ограничивают выбросы напряжения на обмотках телефона и исключают резкие звуки, неприятные для уха.

Для работы в сетях телефонных станций ручного обслуживания используют телефонные аппараты без номеронабирателя. Схема одного из таких аппаратов (типа ТА-68ЦБ-2) показана на рис. 3. Основным отличием его от предыдущего аппарата является отсутствие контактов номеронабирателя и одной группы контактов рычажного переключателя, в связи с чем звонок и конденсатор С1 остаются подключенными к линии и в разговорном режиме. Однако они практически не оказывают влияния на работу телефонного аппарата в таком режиме.

В устройствах телефонной связи, которые описаны в этой книге, можно использовать выпускаемые промышленностью телефонные аппараты как с номеронабирателем (ТА-68, ТА-72М-5, ТА-1146 и др.), так и без него (ТА-68ЦБ-2 и другие аналогичные). Но телефонные аппараты без номеронабирателя годятся только для телефонных коммутаторов с ручным управлением. Если в распоряжении радиолюбителя имеется телефонный аппарат, у которого исправны лишь трубка и звонок, его можно использовать. В таком случае соединение элементов осуществляют в соответствии со схемой, приведенной на рис. 4. Конденсатор С1 — типа БМ, МБМ, МБГО. Правда, в таком телефонном аппарате в полной мере будет проявляться местный эффект, но ради простоты в данном случае можно несколько поступиться удобством.

Рассмотрим основные способы соединения телефонных аппаратов для организации связи, ктоpые будут использованы в описываемых далее устройствах; в городских телефонных станциях можно использовать и другие способы соединения аппаратов.

На рис. 5, а приведена схема разговорной цепи с последовательным соединением телефонных аппаратов (для простоты показаны только микрофоны и телефоны трубок двух аппаратов; резистор R ограничивает ток в разговорной цепи). Достоинством такого соединения является то, что разговорный ток первого абонента полностью протекает через телефон BF2 второго абонента, это обеспечивает максимально возможную громкость разговора (при данных условиях).

Возможен и другой вариант соединения телефонных аппаратов — параллельное включение их (рис. 5, б). Здесь также можно обеспечить полную передачу тока от одного абонента к другому. Для этого используют стабилизатор тока СТ, т. е. двухполюсник, ток через который сохраняется неизменным при изменении параметров внешней цепи в определенных пределах.

В любом случае справедливо соотношение $I_1+I_2=I=const$, поэтому изменение тока в цепи первого абонента вызывает точно такое же изменение тока в цепи второго абонента, но с противоположным знаком. При этом также обеспечивается максимально возможная громкость разговора. Практически в переговорных устройствах вместо стабилизатора тока можно использовать резистор сопротивлением 1...5 кОм, но при этом громкость разговора несколько снижается.

В описываемых переговорных устройствах используются оба способа соединения телефонных аппаратов.

ИНТЕГРАЛЬНЫЕ МИКРОСХЕМЫ И РАБОТА С НИМИ

В большинстве устройств, речь о которых пойдет ниже, используют интегральные микросхемы. Радиолюбители, имеющие опыт конструирования аппаратуры, скорее всего, уже имели дело с микросхемами. Но ведь и начинающие радиолюбители могут заняться повторением устройств, описанных в книге. Именно им адресуются краткие сведения о микросхемах и рекомендации по их применению.

Интегральными микросхемами называют миниатюрные электронные устройства, выполняющие определенные функции преобразования и обработки сигналов и содержащие большое число активных и пассивных элементов (от нескольких сотен до нескольких десятков тысяч) в сравнительно небольшом корпусе.

Интегральные микросхемы подразделяют на две группы — аналоговые и цифровые. Аналоговые микросхемы предназначены для работы с непрерывными во времени сигналами. К их числу можно отнести усилители высокой, звуковой и промежуточной частот, операционные усилители, стабилизаторы напряжения и др. Для аналоговых микросхем характерно то, что входная и выходная электрические величины могут иметь любое значение в заданном диапазоне. В цифровых же микросхемах входные и выходные

сигналы могут быть одного из двух уровней напряжения: высокого или низкого. В первом случае говорят, что мы имеем дело с напряжением высокого логического уровня, или логической 1, а во втором — с напряжением низкого логического уровня, или логическим 0. Для микросхем транзисторно-транзисторной логики (ТТЛ) серий К133, К155, К555, широко используемых радиолюбителями, технические условия оговаривают для высокого логического уровня напряжение не менее 2,4 В, а для низкого логического уровня — не более 0,4 В. Фактически же эти значения напряжений составляют 3,2...3,5 и 0,1...0,2 В.

В своих разработках радиолюбители наряду с микросхемами ТТЛ широко используют микросхемы на полевых транзисторах, из которых наибольшее распространение получили серии микросхем КМОП (комплементарные полевые транзисторы со структурой металл — окисел — полупроводник). К ним относят, например, микросхемы серий К164, К176, К561, К564. Для таких микросхем при питающем напряжении 9 В значения напряжений, соответствующих высокому и низкому логическим уровням, составляют соответственно 8,6...8,8 В и 0,02...0,05 В.

Таким образом, в микросхемах ТТЛ и КМОП высокий и низкий уровни напряжения достаточно резко различаются, что упрощает совместную работу микросхем с транзисторами, тиристорами и другими электронными приборами.

Почему же уровни напряжений называют логическими?

Дело в том, что цифровые микросхемы предназначены для выполнения определенных логических действий над входными сигналами. Если на выходе цифровой микросхемы должно появиться напряжение высокого уровня в случае, когда напряжение высокого уровня присутствует хотя бы на одном из входов, то говорят, что данная микросхема выполняет логическую операцию ИЛИ (логическое сложение). Если же логический сигнал на выходе микросхемы должен быть равен произведению логических сигналов на входах микросхемы, то говорят об операции логического умножения. Существует множество других правил обработки сигналов в цифровых микросхемах. Существует даже специальная область математики, которая исследует эти законы,— булева алгебра (по имени английского математика Дж. Буля). Вот почему цифровые микросхемы называют еще и логическими.

В основу работы цифровых микросхем положена двоичная система счисления. В отличие от хорошо знакомой нам десятичной системы, состоящей из десяти цифр, двоичная система опирается лишь на две цифры: 0 и 1. Цифра 0 соответствует отсутствию напряжения на выходе логического устройства, 1— наличию напряжения. С помощью нулей и единиц двоичной системы можно записать (закодировать) любое десятичное число. Так, для записи одноразрядного десятичного числа требуется четыре двоичных разряда. Сказанное поясняется табл. 1.

Таблица 1

Десятичное число	IV разряд (2^3)	III разряд (2^2)	II разряд (2^1)	I разряд (2^0)
0	0	0	0	0
1	0	0	0	1
2	0	0	1	0
3	0	0	1	1
4	0	1	0	0
5	0	1	0	1
6	0	1	1	0
7	0	1	1	1
8	1	0	0	0
9	1	0	0	1

В первом столбце таблицы (ее называют таблицей истинности) записаны десятичные числа от 0 до 9, а в последующих четырех столбцах — разряды двоичного числа. Видно, что число в последующей строке получается в результате прибавления 1 к первому разряду двоичного числа. С помощью четырех разрядов можно записать числа от 0000 до 1111, что в десятичной системе соответствует диапазону чисел 0...15. Таким образом, если двоичное число содержит N разрядов, то с его помощью можно записать максимальное десятичное число, равное 2^N-1. По таблице также несложно заметить, как можно перевести число из двоичной системы в десятичную. Для этого достаточно сложить степени числа 2, соответствующие тем разрядам, в которых записаны логические 1. Так, двоичное число 1001 соответствует десятичному числу $9(2^3+2^0)$.

Двоичную систему счисления применяют в большинстве современных ЭВМ.

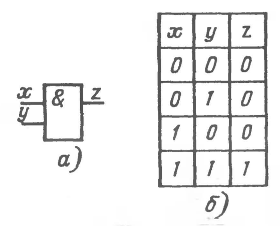
Рассмотрим свойства и работу некоторых простейших логических элементов, широко используемых радиолюбителями в конструируемых устройствах.

Логический элемент И (рис. 6, а) имеет два входа и один выход. В верхней части прямоугольника стоит знак & (амперсент), который обозначает операцию объединения, перемножения. Это значит, что напряжение высокого уровня на выходе присутствует в том и только в том случае, если на обоих входах также напряжения высокого уровня. Это поясняется таблицей истинности, приведенной на рис. 6, б.

Логический элемент ИЛИ (рис. 7, а) имеет два входа и один выход. Если хотя бы на одном из входов есть напряжение высокого уровня, то такое же напряжение будет и на выходе (рис. 7, б).

Логический элемент НЕ (рис. 8, а) имеет по одному входу и выходу. Если на вход подать напряжение высокого уровня, то на выходе устанавливается напряжение низкого уровня, и наоборот, т. е. говорят, что входной сигнал инвертируется элементом (рис. 8, б).

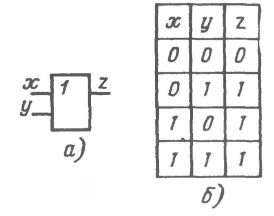
Эти три разновидности логических элементов позволяют



x	y	z
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Рис. 6. Логический элемент И:

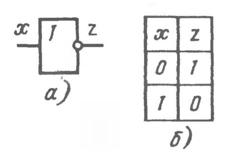
а — условное обозначение; б — таблица истинности



x	y	z
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

Рис. 7. Логический элемент ИЛИ:

а — условное обозначение (знак ∨ обозначает операцию ИЛИ); б — таблица истинности



x	z
0	1
1	0

Рис. 8. Логический элемент НЕ:

а — условное обозначение (символ $\bar{x}$ обозначает отрицание x); б — таблица истинности

реализовать любую сколь угодно сложную логическую функцию. Однако для облегчения работы конструкторов цифровой техники разработано и выпускается множество других логических элементов (3И-НЕ, 4ИЛИ-НЕ, 2-2-3-3И-2ИЛИ-НЕ и др.), реализованных в отдельных корпусах микросхем.

Одним из наиболее широко применяемых радиолюбителями в своих конструкциях является логический элемент 2И-НЕ (рис. 9, а), предназначенный для выполнения логического умножения с отрицанием (рис. 9, б). Если подавать входной сигнал на соединенные вместе входы, то он будет работать как инвертор (рис. 9, в). С помощью двух логических элементов 2И-НЕ можно производить операцию логического умножения (рис. 9, г), а с помощью трех логических элементов — операцию логического сложения (операцию ИЛИ, рис. 9, д). Таким образом, элементы 2И-НЕ позволяют реализовывать практически любую логическую операцию.

Одной из наиболее популярных у радиолюбителей серий цифровых микросхем является серия К155, насчитывающая более 100 наименований.

Питание микросхем серии К155 осуществляется от источника постоянного напряжения 5В±5 %. Ток потребления микросхемы (на 1 корпус) в зависимости от назначения равен 10...100 мА. Для них напряжение высокого уровня фактически составляет около 3,5 В, а низкого — около 0,1 В. Для того чтобы подать на вход логического элемента напряжение низкого уровня, достаточно этот вход соединить с общим проводом питания. Для подачи напряжения высокого уровня достаточно оставить этот вход свободным, однако чтобы уменьшить влияние помех, желательно этот вход подключить к источнику напряжением +5 В через резистор сопротивлением 1...1,5 кОм. К одному резистору можно подключить до 10 входов микросхем. Напряжение на входах логических элементов можно измерить вольтметром обычного ампервольтомметра на

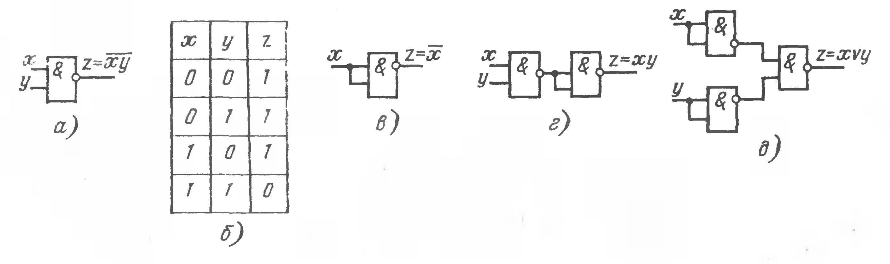


Рис. 9. *Логический элемент 2И-НЕ:*

а — условное обозначение; б — таблица истинности; в — использование в качестве инвертора; г — использование для выполнения операции 2И; д — использование для выполнения операции 2ИЛИ

пределе измерения постоянного напряжения, но лучше использовать специальный пробник.

Простейший пробник состоит из светодиода и резистора (рис. 10). Если при подключении к выходу логического элемента светодиод светится, это означает, что на этом выходе — напряжение высокого уровня, если же светодиод не светится, то на входе пробника — напряжение низкого уровня.

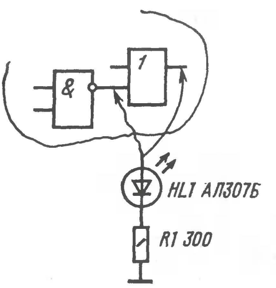


Рис. 10. Простейший логический пробник

На рис. 11, а приведена схема логического пробника, который индицирует уровни логических 0 и 1 зажиганием одного из двух светодиодов. При отсутствии входного сигнала на выходе логического элемента DD1.1 действует напряжение низкого уровня, а на выходе логического элемента DD1.2— высокого уровня. В это время светодиоды HL1 и HL2 не светятся. При подаче на выход напряжения низкого уровня (0...0,4 В) состояние логического элемента DD1.2 не изменяется, а на выходе DD1.1 появляется напряжение высокого уровня (поскольку на входы DD1.1 через открытый диод VD1 подано напряжение низкого уровня). В результате загорается светодиод HL1, индицируя уровень логического 0. Если же на вход подано напряжение высокого уровня, то через открывшийся диод VD2 это напряжение подается на входы логического элемента DD1.2, на выходе DD1.2 появляется напряжение низкого уровня и загорается светодиод NL2, показывая уровень логической 1. Состояние же элемента DD1.1 при этом не изменяется, светодиод NL1 светиться не будет.

На рис. 11, б показана схема еще одного логического пробника, аналогичного по принципу работы предыдущему. Отличие состоит в том, что информация о логических уровнях напряжения выводится на светодиодный семисегментный цифровой индикатор

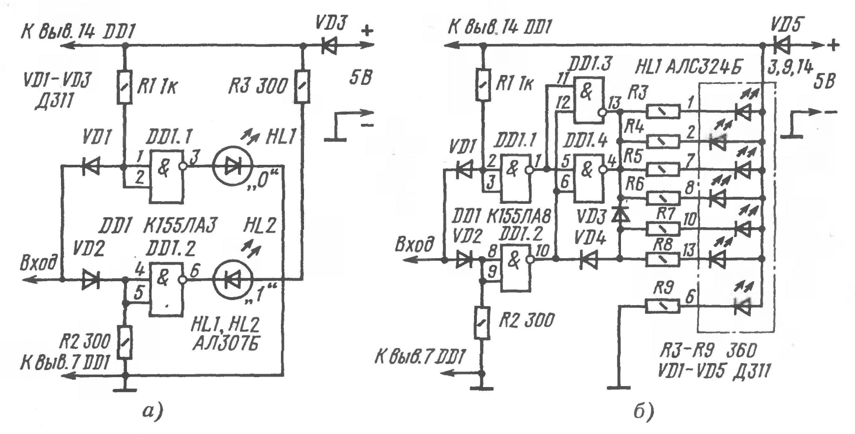


Рис. 11. Логические пробники для ТТЛ-микросхем:
а — с индикатором из двух светодиодов; б — с цифровым индикатором

АЛС324Б (HL1). Для управления сегментами в пробник добавлены логические элементы DD1.3, DD1.4 и диоды VD3, VD4. Сегменты, имеющие выводы 10 и 13, индицируют логическую 1, а все шесть сегментов — логический 0. Сегмент, имеющий вывод 6, знак запятой, используется как индикатор включения пробника. Логические элементы DD1.3 и DD1.4 включены параллельно для получения суммарного выходного тока, обеспечивающего нормальную работу одновременно шести сегментов цифрового индикатора.

Для предотвращения подачи на пробники напряжения обратной полярности в их плюсовые шины включены диоды (VD3— на рис. 11, а и VD5— на рис. 11, б).

Микросхему К155ЛА3 можно заменить на К133ЛА3, К158ЛА3, К155ЛА1, К155ЛА4, К555ЛА3. Вместо К155ЛА8 можно применить К133ЛА8, К155ЛА3, но в последнем случае сопротивления резисторов R3— R8 необходимо увеличить до 820 Ом. Светодиодный индикатор АЛС324Б можно заменить на АЛ113, АЛС312 с любым буквенным индексом, а также на АЛ305, АЛС321Б, АЛС337Б, АЛС338Б, АЛС324Б. Диоды могут быть любыми из серий Д7, Д9, Д311.

Пробник со светодиодным индикатором можно собрать, например, в корпусе от вышедшей из строя электрозажигалки.

Такие пробники пригодны для работы с микросхемами, рассчитанными на питание от источника напряжением +5 В (серии К155, К555, К133, К134). Для работ с микросхемами КМОП (серии К164, К176, К561, К564) пробник можно собрать по аналогичной схеме на микросхемах КМОП, но для управления сегментами цифрового индикатора придется применить транзисторные ключи.

Приведем несколько советов по монтажу интегральных микросхем.

1. Во время пайки не следует перегревать корпус микросхемы. Следует использовать припой с температурой плавления не более 260°С, мощность паяльника не должна превышать 40 Вт, длительность пайки одного вывода — не более 5 с, а промежуток времени между пайками выводов одной микросхемы — не менее 30 с. Если ведется монтаж нескольких микросхем, то сначала паяют первый вывод первой микросхемы, затем первый вывод второй и т. д., затем второй вывод первой микросхемы, второй вывод второй и т. д. Благодаря такому приему микросхемы успевают остывать в промежуток времени между пайками.

Микросхемы КМОП могут быть выведены из строя разрядом статического электричества, основным источником которого является человек. Чтобы этого не случилось, следует заземлять жало паяльника и руки радиомонтажника.

2. Монтаж микросхем может быть выполнен печатным способом или проводами. При монтаже проводами удобно использовать многожильный провод в тугоплавкой изоляции типа МГТФ сечением 0,07...0,12 мм^2 или одножильный луженый провод 0,25...0,35 мм, также в тугоплавкой изоляции. Сначала на вывод микросхемы наматывают 1—1,5 витка провода, а затем производят пайку. Этот способ хорош тем, что позволяет неоднократно производить перепайки проводов, а такая необходимость может возникнуть в процессе наладки устройства.

Печатный монтаж микросхем следует применять тогда, когда есть уверенность, что устройство работоспособно, а также при изготовлении нескольких одинаковых устройств на одинаковых платах. Печатные платы могут иметь одно- и двустороннее расположение печатных проводников. Ниже будут приведены рисунки печатных плат для большинства устройств.

3. Неиспользуемые выводы микросхем ТТЛ следует объединять в группы по 10 шт. и подключать их к плюсовой шине питания через резистор сопротивлением 1...1,5 кОм, неиспользуемые выводы микросхем КМОП непосредственно подключать к плюсовой шине.

4. Для улучшения помехозащищенности между шинами питания следует устанавливать конденсаторы типов КМ-6, К10-7, К10-17 емкостью 0,047...0,15 мкФ из расчета один конденсатор на два-три корпуса микросхем. Особое внимание следует уделять обеспечению помехоустойчивости устройств, имеющих в своем составе микросхемы памяти — триггеры, счетчики и т. п.

5. Соединительные проводники должны иметь длину не более 20...30 см. Если же требуется передача сигнала на большее расстояние, то используют так называемые витые пары. Два провода скручивают вместе, по одному из них подают сигнал, а второй «заземляют» (соединяют с общим проводом) с обоих концов. Це-

лесообразно также оба конца сигнального провода подключить к плюсовой шине через резисторы сопротивлением 1 кОм (для микросхем ТТЛ) или 100 кОм (для микросхем КМОП). Длина проводников витой пары может быть 1,5...2 м.

О МЕРАХ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ И НАЛАДКЕ УСТРОЙСТВ

Радиолюбителям, занимающимся конструированием различных электронных устройств, постоянно приходится иметь дело с электричеством, неосторожное обращение с которым в процессе изготовления, наладки и эксплуатации устройств может привести к печальным последствиям, поэтому необходимо тщательно выполнять несложные правила техники безопасности.

Безопасным для человека считается напряжение, не превышающее 36 В. Разумеется, речь идет о нормальных условиях — сухое помещение, чистая и сухая кожа. Поскольку при питании устройств от гальванических элементов и батарей значения напряжений ниже, особо следует соблюдать безопасность при работе с устройствами, питающимися от сети переменного тока.

Значение тока, протекающего через тело человека, зависит от его сопротивления. Для разных людей это сопротивление различно. Сопротивление снижается, если руки человека влажные, а также если влажная его одежда. Это необходимо учитывать, прежде чем приступать к работе. Не следует также иметь дело с электрическим током в болезненном или утомленном состоянии — реакция человека снижается, и вероятность несчастного случая увеличивается.

При попадании человека под напряжение электрический ток обычно протекает от одной руки к другой, а также от руки к ноге. Для исключения первого пути тока не следует одновременно двумя руками прикасаться к элементам устройства, а также держаться рукой за трубу отопления или водопровода. Чтобы исключить второй путь тока, под ноги на рабочем месте желательно подкладывать резиновый коврик, являющийся изолятором.

Жало паяльника следует заземлять — это обеспечит безопасность работы в случае нарушения изоляции паяльника и появления на корпусе фазного напряжения (в этом случае сработают предохранители, и сеть будет обесточена). Предохранители электросети (плавкие вставки или электромеханические «пробки») должны быть исправными.

Замену элементов налаживаемой конструкции следует производить только в обесточенном состоянии. Если в устройстве имеются высоковольтные конденсаторы, их следует разрядить (вообще, при проектировании устройства следует предусматривать разрядку таких конденсаторов после отключения питающего напряжения). Если необходимо измерить напряжения на элементах, то один щуп вольтметра необходимо подключить к требуемой точке

при обесточенном устройстве (например, с помощью лабораторного зажима типа «крокодил»); после включения устройства в сеть вторым щупом прикасаются к выводу элемента. При этом не следует пользоваться щупом, имеющим неизолированную часть (спицу) значительной длины — следует в этом случае надеть отрезок изоляционной трубки, оставив неизолированный конец длиной 2... 3 мм. При измерении вторую руку лучше спрятать в карман или держать ее под столом.

Некоторые радиолюбители проверяют наличие напряжения на зажимах питания устройства с помощью языка. Этого делать ни в коем случае нельзя, даже если известно, что напряжение не может превышать 5...7 В, так как на этих зажимах может оказаться значительное напряжение.

В последнее время радиолюбители используют для своих конструкций транзисторы и микросхемы, питание которых осуществляется от безопасного напряжения. Источником питания таких устройств, как правило, служит напряжение сети, подаваемое через понижающий трансформатор. В этих случаях опасное напряжение действует на выводах первичной обмотки трансформатора, выключателя питания и патроне предохранителя, применение которого обязательно. Монтаж этой части устройства, связанной с сетью, следует выполнять особенно тщательно, все соединения изолировать поливинилхлоридной трубкой, лакотканью или изоляционной лентой.

Если питание устройства осуществляется от бестрансформаторного блока, то все элементы этого устройства имеют гальваническую связь с электросетью. При его настройке и эксплуатации следует соблюдать особую осторожность. В процессе налаживания осуществлять питание устройства желательно через разделительный трансформатор, у которого первичная и вторичная обмотки рассчитаны на сетевое напряжение. Плату и элементы устройства следует тщательно изолировать от корпуса, а сам корпус лучше выполнить из непроводящего материала. Изнутри такой корпус желательно выложить асбестовыми пластинами. Ручки переменных резисторов, колпачки переключателей, другие элементы управления следует выполнять из изоляционного материала.

Прежде чем подключить устройство к электросети, к выводам сетевой вилки следует подключить омметр, чтобы убедиться в отсутствии короткого замыкания.

При работе начинающего радиолюбителя с электронными устройствами желательно, чтобы неподалеку от него был человек, который в случае необходимости мог отключить напряжение и оказать первую помощь.

Таковы основные правила техники безопасности при работе с электроустановками, которых следует придерживаться каждому радиолюбителю.

УСТРОЙСТВА ТЕЛЕФОННОЙ СВЯЗИ ДЛЯ ДВУХ И БОЛЕЕ АБОНЕНТОВ

Описываемые здесь устройства предназначены для установления телефонной связи между двумя абонентами, а также для связи телефониста центрального пульта с любым из нескольких других или любых абонентов между собой. Первые из них будем называть переговорными устройствами, вторые — телефонными коммутаторами.

Переговорные устройства могут найти применение для связи между собой, например, двух квартир, дач, гаражей и других объектов бытового и производственного назначения. Телефонные коммутаторы целесообразно применять в школах, пионерских лагерях, колхозах и совхозах, конструкторских бюро и производственных подразделениях. Центральный пульт устанавливают у руководителя, а телефонные аппараты — у подчиненных. Дальность связи во всех случаях ограничивается сопротивлением линии 1...2 кОм и при использовании медного провода диаметром 0,5 мм может быть 5...10 км. Дальнейшее увеличение длины абонентских линий нецелесообразно даже при увеличении сечения провода, поскольку возрастающие индуктивность и емкость линии будут вносить значительное затухание в передачу сигнала.

В качестве одного из проводов линии связи можно использовать трубы водопровода или отопления, а также заземление. Это не представляет какой-либо опасности, поскольку элементы всех устройств не имеют гальванической связи с электросетью.

Подключать описываемые устройства к городской или местной телефонной сети недопустимо.

Переговорные устройства обеспечивают телефонную связь между двумя абонентами. Вызов осуществляется через звонок,

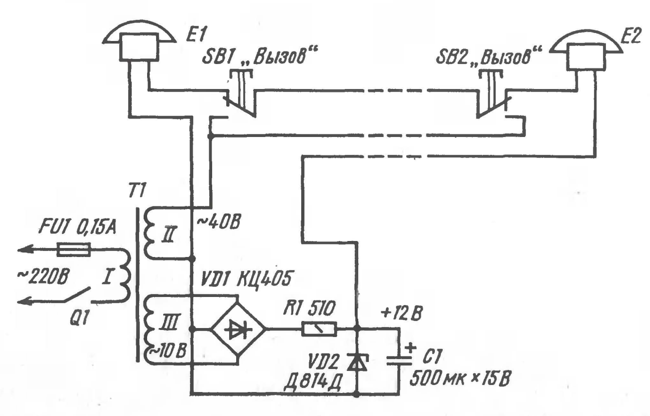


Рис. 12. Простейшее переговорное устройство для двух абонентов с трехпроводной линией связи

имеющийся в телефонном аппарате. В таких переговорных устройствах можно использовать телефонные аппараты, у которых исправны лишь трубка, звонок и рычажный переключатель.

Телефонные аппараты E1 и E2 (рис. 12) соединяют трехпроводной линией, в которую подают переменное и постоянное напряжения. Переменное напряжение снимают с обмотки II сетевого трансформатора T1, постоянное — с параметрического стабилизатора напряжения (R1, VD2, C1) двухполупериодного выпрямителя (VD1), питание которого осуществляется от обмотки III трансформатора.

Если первый абонент (у него телефонный аппарат E1) хочет вызвать второго абонента, он должен нажать кнопку переключателя SB1. При этом переменное напряжение с обмотки II трансформатора подается на телефонный аппарат E2, и в нем зазвонит звонок. При снятых трубках обоих телефонных аппаратов источник постоянного напряжения включается последовательно с аппаратами — можно вести разговор. Второй же абонент для вызова первого нажимает кнопку переключателя SB2.

Выпрямительный диодный мост VD1 может быть любым из серий КЦ402, КЦ405, КЦ407. Его можно собрать и на четырех диодах серий Д7, Д9, Д220, Д223, Д226, Д311. Конденсатор C1 — К50-6, К50-16, К50-24. Кнопочные переключатели — КМ-1, П2К, выключатель питания — тумблер ТВ2-1. Сетевой трансформатор выполнен на ленточном магнитопроводе ШЛ16×25. Обмотка I содержит 2200 витков провода ПЭВ-2 0,08, обмотка II—400 витков ПЭВ-2 0,10, обмотка III— 100 витков ПЭВ-2 0,19.

Телефонные аппараты могут быть типов ТА-68, ТАН-66, ТАН-70. В том же случае, если используются аппараты с неисправными номеронабирателями, следует отключить от номеронабирателей проводники и соединить их с рычажным переключателем так, чтобы при опущенной трубке к линии был подключен через конденсатор емкостью 1 мкФ (он стоит в аппарате) звонок, а при поднятой трубке — последовательно соединенные микрофон и телефон трубки.

Трансформатор и детали выпрямителя монтируют в корпусе аппарата E1. На его задней стенке устанавливают выключатель питания, а через отверстие в стенке выводят сетевой шнур с вилкой на конце. Переключатели устанавливают на корпусах телефонных аппаратов. Для линии используют одножильный или многожильный телефонный или монтажный провод с жилой диаметром не менее 0,5 мм при больших расстояниях (до 1 км) и не менее 0,2 мм — при малых (до 200 м). Диаметр провода определяется в основном соображениями его механической прочности.

Несмотря на свою простоту, такое переговорное устройство имеет недостаток: линия связи содержит три провода. Путем некоторого усложнения устройства можно сократить число проводов в линии до двух, как это и имеет место в городских телефонных сетях.

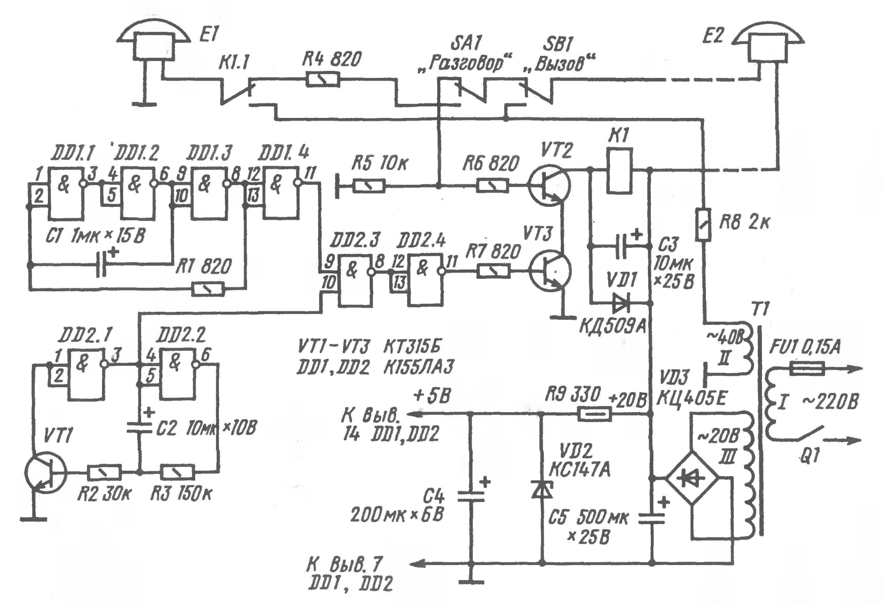


Рис. 13. Переговорное устройство с двухпроводной линией связи

Принципиальная схема переговорного устройства, имеющего двухпроводную линию связи, представлена на рис. 13. Но прежде чем начать рассмотрение его работы, необходимо пояснить сущность и назначение информационных сигналов.

Информационные сигналы вырабатываются приборами станции и передаются в линию для извещения вызывающего абонента о процессе установления соединения, а также о свободности или занятости соединительных линий и линий вызванного абонента. На станциях городских телефонных сетей применяют следующие информационные сигналы [10]:

«Ответ станции»— непрерывная посылка электрических сигналов частотой 425 Гц,

«Занято» — периодические посылки тока частотой 426 Гц длительностью 0,3...0,4 с и интервалом 0,3...0,4 с («короткие гудки»);

«Контроль посылки вызова» — периодические посылки тока частотой 425 Гц длительностью 1 и интервалом 4 с («длинные гудки»).

Кроме того, для сообщения абоненту дополнительной информации можно использовать сигнал частотой 800 Гц (например, при установлении автоматического междугородного соединения).

Все эти сигналы будут использованы и в описываемых ниже коммутаторе с расширенными возможностями, и автоматической телефонной станции, а пока продолжим рассмотрение работы переговорного устройства (см. рис. 13).

На логических элементах DD1.1— DD1.3 микросхемы DD1 выполнен генератор, вырабатывающий импульсы частотой около 400 Гц (примерно такую частоту имеют сигналы длинных, коротких гудков и ответа станции в городских телефонных сетях). Элемент DD1.4, включенный инвертором, повышает нагрузочную способность генератора. На логических элементах DD2.1 и DD2.2 собран генератор импульсов, период следования которых составляет 4...5 с. Логический элемент DD2.3 суммирует сигналы двух генераторов, в результате чего на базу транзистора VT3 поступает напряжение сигнала «длинные гудки».

Пусть второй абонент желает вызвать первого. Для этого ему достаточно снять микротелефонную трубку своего аппарата E2. При этом на базу транзистора VT2 через нормально замкнутые контакты переключателя SA1 и кнопки SB1, резистор R6 и внутреннее сопротивление телефонного аппарата поступит постоянное напряжение двухполупериодного выпрямителя. А так как на базу транзистора VT3 подается прерывистое напряжение, снимаемое с выходов генераторов на микросхеме DD1 и логических элементов DD2.1, DD2.2, то реле K1 будет срабатывать и отпускать с периодом 4...5 с. Контактами K1.1 на телефонный аппарат E1 будет периодически подаваться переменное напряжение с обмотки II трансформатора T1 через ограничительный резистор R8. Цепь прохождения переменного тока следующая: верхний (по схеме) вывод обмотки II — резистор R8— замыкающие контакты K1.1— телефонный аппарат E1— общий провод — нижний (по схеме) вывод обмотки II. Одновременно в микротелефонной трубке аппарата E2 будут слышны сигналы «длинные гудки». Они поступают с резистора R7 на базу транзистора VT3, усиливаются им и далее через эмиттерный переход транзистора VT2, резистор R6, нормально замкнутые контакты переключателя SA1 и кнопки SB1— на аппарат E2.

Услышав звонок, первый абонент должен перевести переключатель SA1 «Разговор» в противоположное показанному на схеме положение. Это приведет к закрыванию транзистора VT2, поскольку цепь подачи положительного напряжения разомкнется, и его база окажется соединенной с общим проводом через резисторы R5 и R6, а реле K1 обесточится; подача переменного напряжения на телефонный аппарат E1 прекратится. Абоненты могут вести разговор.

Как быть, если первый абонент захочет вызвать второго? Для этого он должен нажать кнопку SB1 «Вызов» (разумеется, напряжение питания подано на устройство выключателем Q1). При этом на телефонный аппарат E2 от обмотки II трансформатора T1 через резистор R8, замыкающие контакты кнопки SB1 и внутреннее сопротивление источника напряжения +20 В поступает вызывное переменное напряжение. Услышав звонок, вызываемый абонент снимает трубку, при этом вызов проходит к первому абоненту (как было описано выше), он переводит переключатель SA1 в другое

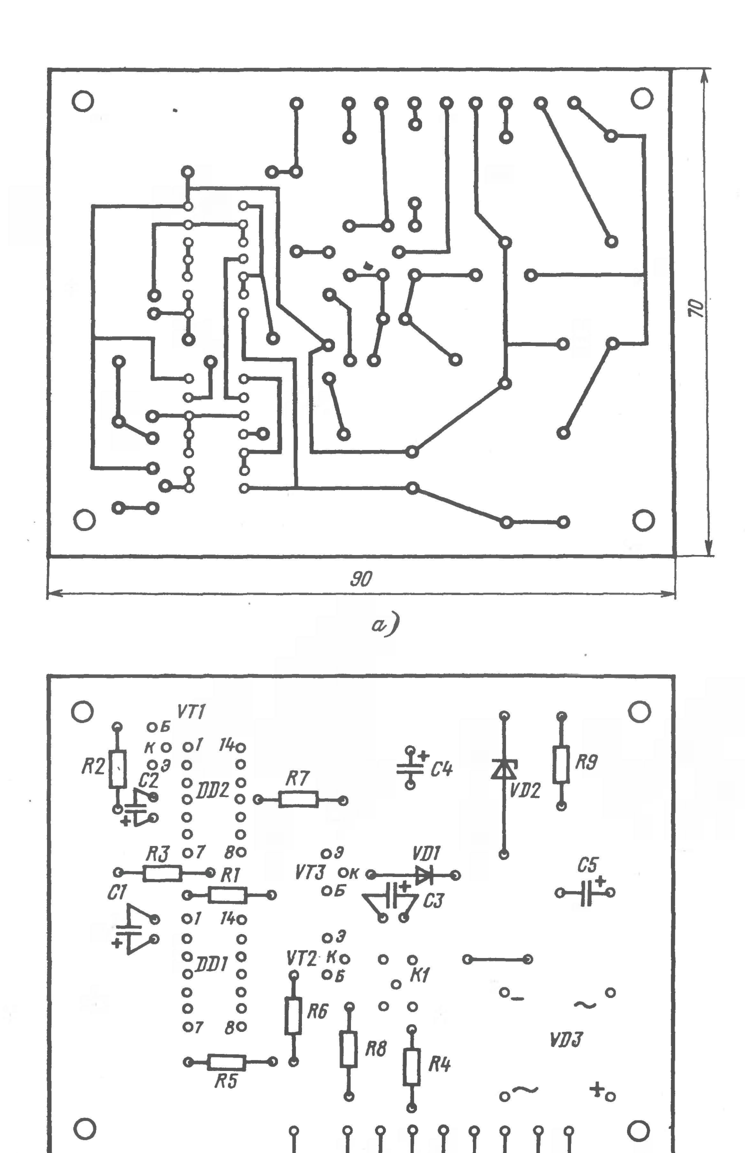


Рис. 14. Монтажная плата переговорного устройства с двухпроводной линией связи:

а — печатная плата; *б* — размещение деталей на плате

положение, и абоненты ведут разговор. Переключатель SA1 может быть установлен в требуемое положение и до нажатия кнопки SB1. По окончании разговора контакты переключателя SA1 возвращают в исходное положение.

Диод VD1 предохраняет транзистор VT2 от выбросов напряжения (или, как говорят, от экстранапряжений), возникающих на обмотке реле K1 при его переключении. Конденсатор C3 исключает вибрацию якоря реле от прохождения сигнала звуковой частоты, вырабатываемого генератором на микросхеме DD1.

Микросхемы DD1, DD2 можно заменить соответствующим аналогом из серий К133, К158, К555. Транзисторы VT1—VT3— КТ312Б, КТ315 (В, Д, Е), КТ603 (А, Б), КТ608, КТ630, КТ503 (с любыми буквенными индексами), КТ3117А. Диод VD1— любой из серий Д220, Д223, Д226, КД102; выпрямительный мост VD3— любой из серий КЦ402, КЦ405, КЦ407. Оксидные конденсаторы — К50-6, К50-16, К50-12, К50-24. Все резисторы — типа МЛТ или С2-33. Реле K1— РЭС15 (паспорт РС4.591.004), РЭС10 (паспорта РС.524.302, РС4.524.312, РС4.524.319). Кнопка SB1— КМ1, П2К; переключатель SA1 и выключатель питания Q1— тумблер ТП1-2, ТВ2-1, МТ1. Трансформатор T1 аналогичен используемому в ранее описанном переговорном устройстве, но его обмотка III должна содержать вдвое большее число витков. Можно использовать также и готовые унифицированные трансформаторы ТПП216, ТПП217, ТПП218, ТПП225, ТПП226, ТПП234— ТПП238, ТПП247, ТПП248 и др., соединив соответствующим образом их обмотки для получения нужного напряжения (справочные данные приведены в журнале «Радио», 1982 г., № 1, с. 59—60).

Бóльшая часть элементов переговорного устройства смонтирована на печатной плате из одностороннего фольгированного стеклотекстолита толщиной 1,5...2 мм (рис. 14). Установочные отверстия элементов рассчитаны под оксидные конденсаторы К50-6 или К50-16, реле РЭС15; типы остальных элементов указаны на принципиальной схеме.

Печатную плату и трансформатор питания целесообразно разместить в корпусе телефонного аппарата E1 (желательно использовать аппарат без номеронабирателя, например ТА-68ЦБ-2). В этом случае коммутационные элементы SA1, SB1, Q1 располагают на передней наклонной стенке корпуса. Если же габаритные размеры трансформатора T1 не позволяют разместить его и печатную плату в корпусе аппарата, переговорное устройство собирают в отдельном корпусе, выполненном в виде подставки под телефонный аппарат.

Если устройство собрано из исправных деталей и без ошибок, то налаживания оно не требует.

Такое переговорное устройство имеет недостаток:
первый абонент должен переключать тумблер для ведения разговора (до разговора и после разговора). Это неудобно, так как, во-

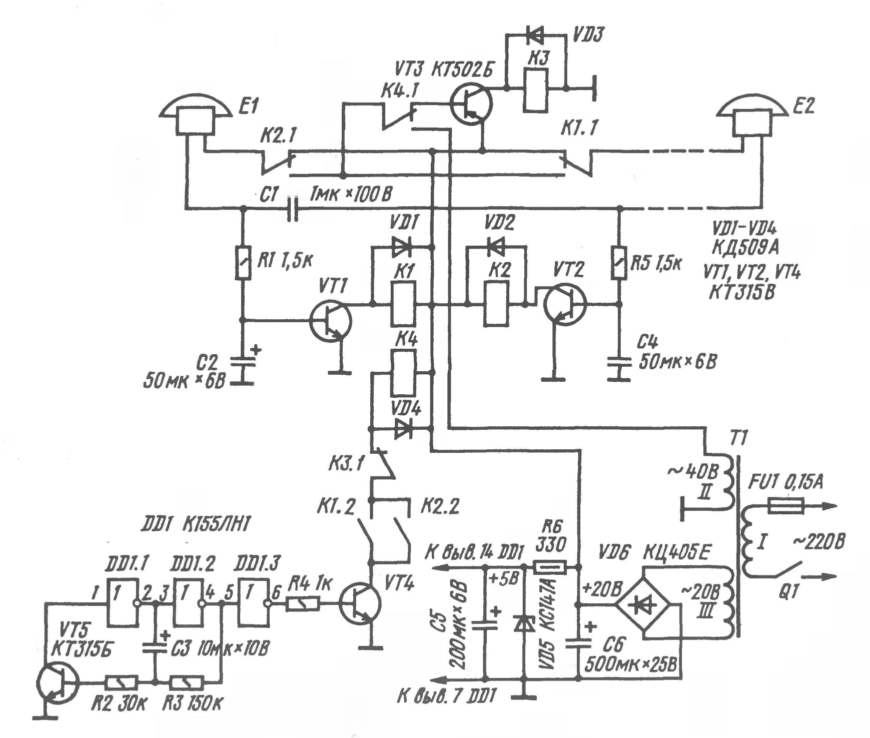


Рис. 15. Переговорное устройство с двухпроводной линией связи (2-й вариант)

первых, требуются дополнительные действия и, во-вторых, если по окончании разговора первый абонент забудет установить переключатель в исходное положение, то второй абонент не сможет дозвониться до первого. Кроме того, и нажатие кнопки вызова — это тоже дополнительные действия. Наиболее удобным в пользовании было бы переговорное устройство, в котором вызов абонента осуществлялся бы простым снятием трубки.

Принципиальная схема устройства, отвечающего такому требованию, приведена на рис. 15. В этом устройстве оба абонента равнозначны.

Предположим, первому абоненту необходимо связаться со вторым. В этом случае он снимает трубку, и положительное напряжение через нормально замкнутые контакты реле К2.1, сопротивление телефонного аппарата Е1 и резистор R1 подается на базу транзистора VT1. Реле К1 срабатывает и контактами К1.2 замкнет цепь питания реле К4, а контактами К1.1 замкнет линию подачи вызывного тока на аппарат Е2. Реле К4, управляемое импульсами генератора на логических элементах DD1.1 и DD1.2, будет периодически срабатывать с частотой 0,2...0,25 Гц, а его контакты К4.1

станут подавать на аппарат E2 вызывное переменное напряжение, в результате чего и в этом аппарате будет звонить звонок. При снятии телефонной трубки аппарата E2 на базу транзистора VT3 поступает открывающее его отрицательное напряжение, срабатывает реле K3 и контактами K3.1 обесточивает реле K4. Одновременно срабатывает реле K2 и контактами K2.1 подключает линию аппарата E1 к линии аппарата E2. Можно вести разговор. В течение разговора реле K1— K3 находятся под током, а после возвращения трубок обоих телефонных аппаратов на рычаги устанавливаются в исходное состояние.

Аналогично работает переговорное устройство и при вызове первого абонента вторым.

Конденсаторы C2, C4 предотвращают вибрацию якорей реле K1, K2 при прохождении через телефонные аппараты и резисторы R1 и R5 тока вызова, а также замыкают по переменному току цепь вызывного сигнала. Эти конденсаторы, кроме того, не позволяют отпускать реле K1 (K2) при переключении контактов K2.1 (K1.1) соответственно. Конденсатор C1 замыкает разговорную цепь по переменному току. Кроме того, наличие этого конденсатора позволяет контролировать исправность линии вызываемого абонента: если линия исправна, то в трубке вызывающего абонента слышен сигнал вызывного тока (50 Гц).

Источник питания данного переговорного устройства точно такой же, как и в предыдущем устройстве.

Микросхему K155ЛН1 (DD1) можно заменить соответствующими аналогами из серий K133, K555. Можно также применить микросхему K155ЛА3 (или аналоги из других серий), соединив входы каждого ее элемента вместе. Транзистор VT3 может быть серий KT501 (Г — М), KT502 (с любыми буквами), KT203 (А, Б), KT361 (В — Е). Реле K1 и K2— РЭС48 (паспорт РС4.590.207) или РЭС9 (паспорт РС4.524.201). Конденсатор C1— K73-16, K73-17, МБМ. Остальные детали — тех же типов, что и в предыдущем устройстве.

Все детали переговорного устройства, за исключением трансформатора T1, предохранителя FU1 и выключателя питания Q1 размещены на печатной плате (рис. 16). Использованы реле типа РЭС15 (K3, K4), РЭС48 (K1, K2), конденсатор C1— K73-17.

Источник питания переговорных устройств. Питание описанных переговорных устройств осуществляется от сети переменного тока. Однако иногда возникает необходимость обеспечить связь и в неэлектрифицированной местности или предусмотреть резервное питание при пропадании напряжения в сети. Постоянные напряжения +5 и +20 В могут обеспечить батареи гальванических элементов или аккумуляторов. Для получения же переменного напряжения 40 В потребуется специальный преобразователь. Анализ возможных схемотехнических решений показывает, что постоян-

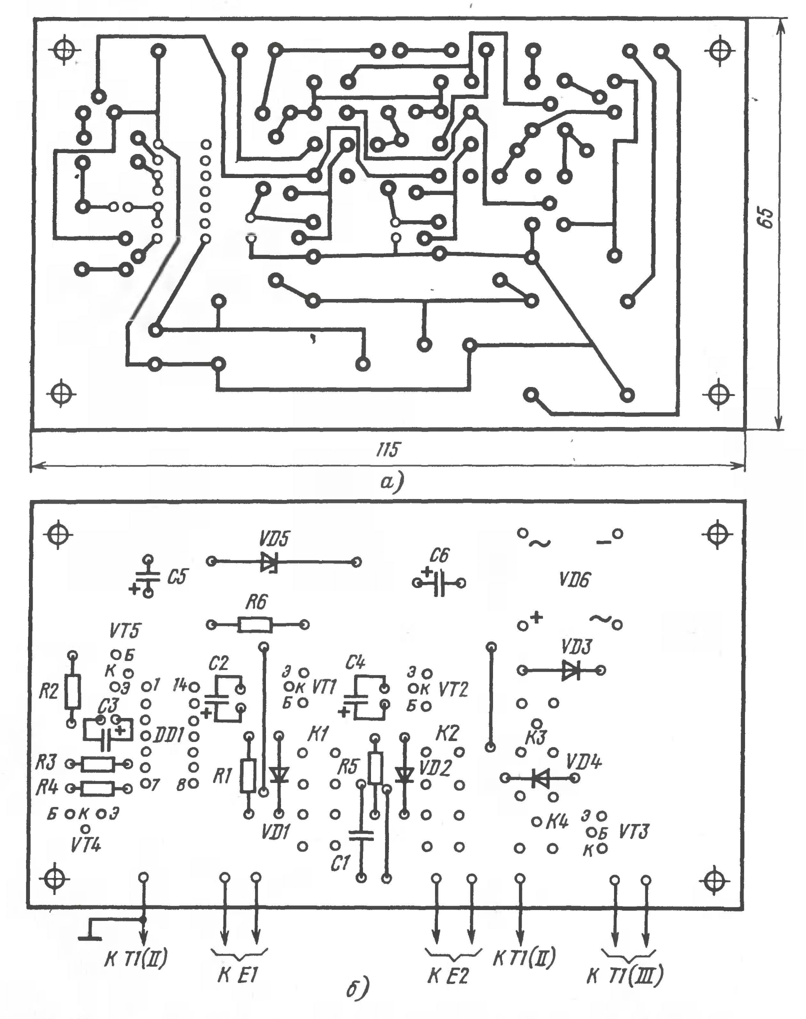


Рис. 16. Монтажная плата 2-го варианта переговорного устройства:

а — вид со стороны печатных проводников; б — размещение деталей на плате

ные напряжения +5 и +20 В целесообразно также получать с помощью преобразователя.

Структурная схема такого источника питания приведена на рис. 17. Постоянное напряжение от вторичного источника питания ИП поступает на вход преобразователя напряжения ПН1. На его выходе действуют требуемые напряжения высокой частоты, которые далее поступают на выпрямители В. С выходов выпрямителей напряжения подаются на входы стабилизаторов напряжения СН, а с их выходов снимаются стабилизированные напряжения +5 и +20 В. С выхода выпрямителя В напряжение +40 В подается на вход преобразователя напряжения ПН2, а с его выхода снимают переменное напряжение.

Принципиальная схема подобного источника питания переговорного устройства приведена на рис. 18. Источником питания преобразователя служит аккумуляторная батарея GB1. Первый преобразователь напряжения выполнен по схеме автоколебательного симметричного мультивибратора на транзисторах VT1— VT4 и трансформаторе T1. Частота преобразования составляет 20... 30 кГц. Выпрямители выполнены на диодах VD1— VD12. Схемы стабилизаторов напряжений +5 и +20 В идентичны и представляют собой сочетание параметрического стабилизатора с эмиттерным повторителем. В цепи постоянного напряжения 40 В стабилизатор напряжения используется только для получения напряжения +5 В, а напряжение +40 В не стабилизируется. Второй преобразователь напряжения выполнен на микросхеме DD1 и транзисторах VT7, VT8. На логических элементах DD1.1, DD1.2 собран генератор прямоугольных импульсов частотой 30...40 Гц. Форма импульсов соответствует «меандру», т. е. длительности высокого и низкого уровней в импульсной последовательности одинаковы. На транзисторах VT7 и VT8 выполнены ключевые усилители, работающие в противофазе. Таким образом, с коллекторов транзисторов снимается переменное напряжение, необходимое для питания звонков телефонных аппаратов. Максимальный отдаваемый в нагрузку ток зависит в основном от номиналов резисторов R8 и R9. Трансформатор T1 выполнен на ферритовом кольцевом магнитопроводе М3000НМ типоразмера К28×16×9. Его обмотка I содержит 20 витков провода ПЭВ-2 0,8 с отводом от средней точки, обмотка II— 7 витков провода ПЭВ-2 0,51, обмотка III—25 витков провода ПЭВ-2 0,31, обмотка IV—35 витков провода ПЭВ-2 0,31. Диоды VD1— VD12— высокочастотные, рассчитаны для работы на частоте не менее 30 кГц. Кроме указанных на схеме можно использовать диоды КД212, КД213, КД509А, диодные сборки КДС628А. Транзисторы VT1, VT3, VT5— VT8 могут быть серий КТ608, КТ630, КТ801, КТ815, КТ817, а VT2 и VT4— КТ805, КТ908 с любыми буквенными индексами. Оксидные конденсаторы — типов К53-1, К53-4, ЭТО или К52-1, хорошо работающие на высоких частотах, но можно также использовать К50-6, К50-16. Остальные конденсаторы — КЛС, К10-7В, КМ-5.

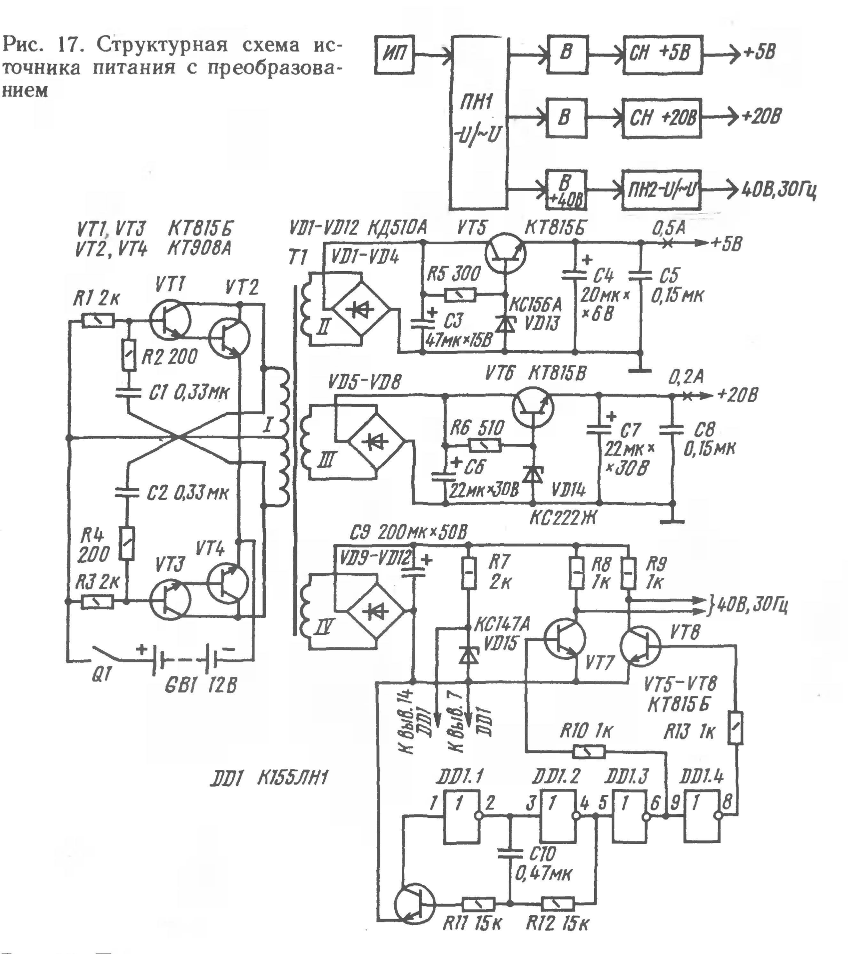


Рис. 17. Структурная схема источника питания с преобразованием

Рис. 18. Принципиальная схема источника питания

Источник питания собран на печатной плате (рис. 19). Транзисторы VT5 и VT6 установлены на теплоотводах площадью 20...30 см^2, соответствующей токам стабилизаторов, указанным на схеме. Но описанные переговорные устройства потребляют значительно меньшие токи. Тем не менее целесообразно предусмотреть возможность использования данного источника питания для совместной работы с другими, более сложными устройствами телефонной связи.

Блок питания в режиме холостого хода потребляет от батареи GB1 ток 0,3...0,5 А. Переговорное устройство должно быть включено постоянно, отчего аккумуляторная батарея может быстро разрядиться. Чтобы этого не произошло, надо поступать следующим образом: для питания разговорных цепей телефонных аппаратов

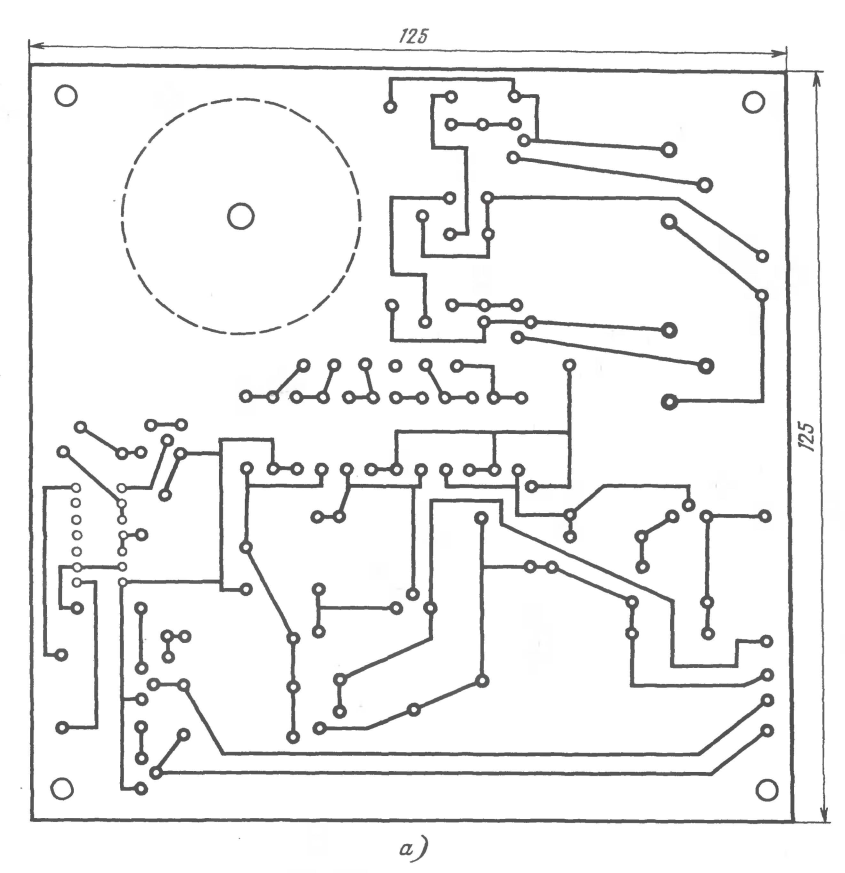
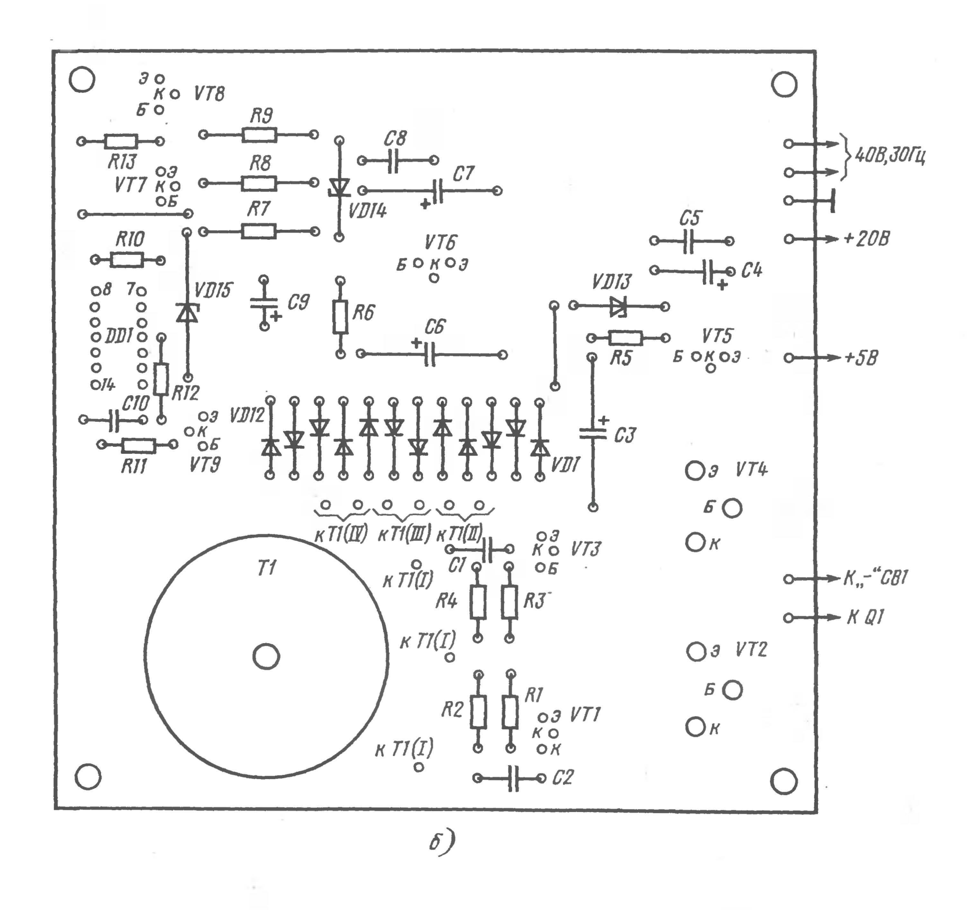


Рис. 19. Монтажная плата источника питания:

а — вид со стороны печатных проводников; б — размещение деталей на плате

использовать напряжение непосредственно батарей 12 В (ранее было 20 В), а напряжение +5 В получать с помощью простейшего стабилизатора. Таким образом, от высокочастотного преобразователя будет использоваться только напряжение для питания вызывных цепей аппаратов 40 В. В этом случае нет необходимости, чтобы преобразователь был включен постоянно: он должен включаться только тогда, когда потребуется переменное вызывное напряжение. Для этого взамен выключателя питания Q1 следует включить соответствующие контакты реле или переключателей. Так, для переговорного устройства, собранного по схеме на рис. 15, это могут быть нормально разомкнутые контакты реле К4 (вторая группа). Аналогично можно реализовать включение преобразователя для первого и второго вариантов переговорного устройства.



б)

Снижение напряжения питания разговорных цепей с 20 до 12 В несколько уменьшит громкость разговора. Кроме того, придется использовать реле с напряжением срабатывания не более 10...12 В.

Телефонная станция с коммутатором. Прежде чем начать разговор о работе коммутатора, сформулируем основные требования, которым должны отвечать устройства, обеспечивающие связью двух и более абонентов.

Во-первых, линия связи должна содержать не более двух проводов. Это минимальное число проводов, необходимое для передачи сигнала и в то же время вполне достаточное для выполнения логических функций управления телефонным аппаратом и приборами телефонной станции. Увеличение числа соединительных проводов позволило бы упростить устройство станции, но усложнило бы конструкцию передающей линии. Поэтому в промышленных телефонных сетях повсеместно используют двухпроводные линии. Будем и мы придерживаться этих правил.

Во-вторых, абонент, сняв трубку, должен иметь возможность получить информацию о состоянии приборов станции путем прослушивания соответствующих звуковых сигналов (длинные или короткие гудки, непрерывный сигнал).

В-третьих, должен обеспечиваться контроль исправности линии, чтобы знать, поступает ли вызов к абоненту. На исправность линии может указывать светящаяся лампочка-индикатор на центральном диспетчерском пульте или соответствующий сигнал в трубке.

В-четвертых, при разговоре двух абонентов другие абоненты не могут без их согласия включиться в разговор или подслушивать его.

В-пятых, при обеспечении автоматической связи приборы станции должны принимать исходное состояние в том, и только в том случае, когда микротелефонные трубки всех телефонных аппаратов находятся на своем месте.

И наконец, все устройства телефонной связи должны работать с выпускаемыми промышленностью телефонными аппаратами, без каких-либо переделок в них.

Продолжим разговор о телефонной станции с коммутатором. Такая станция с центральным пультом-коммутатором рассчитана на подключение десяти телефонных аппаратов. Каждый абонент может связываться с дежурным на центральном пульте, а через него — с любым другим абонентом. Коммутатор обеспечивает:

выдачу в линии абонентов сигналов «длинные гудки» и «короткие гудки»;

световую и звуковую индикации вызова на центральном пульте;

одновременную связь диспетчера центрального пульта с несколькими абонентами (для проведения совещания);

связь двух любых абонентов между собой (через центральный пульт);

контроль исправности линий с центрального пульта.

Таким образом, коммутатор удовлетворяет всем требованиям, сформулированным выше.

Принципиальная схема станции такого варианта приведена на рис. 20. Знакомство с ее работой удобно начать с момента, когда с центрального пульта нужно связаться, например, с первым абонентом (владельцем телефонного аппарата E1). В этом случае подвижные контакты переключателя SA1 надо перевести в нижнее (по схеме) положение и нажать кнопку переключателя SB1 «Вызов». При этом переменное напряжение с обмотки II трансформатора T1 подается через диодный мост VD5— VD8, светодиод HL11, замкнутые контакты переключателя SB1 и группу SA1.1 переключателя SA1, резистор R1 на телефонный аппарат E1 — в нем звонит звонок. Одновременно зажигается светодиод HL11, сигнализируя о том, что линия связи исправна и сигнал вызова проходит к аппарату абонента. Как только абонент снимает трубку, можно

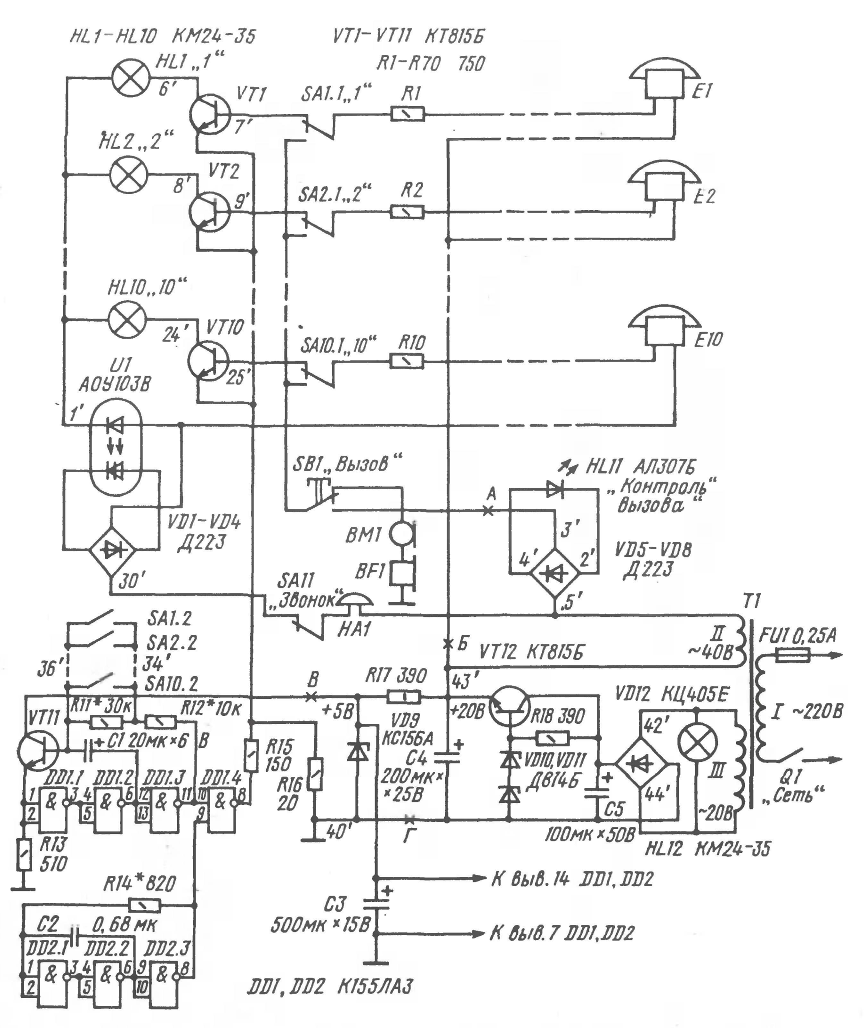
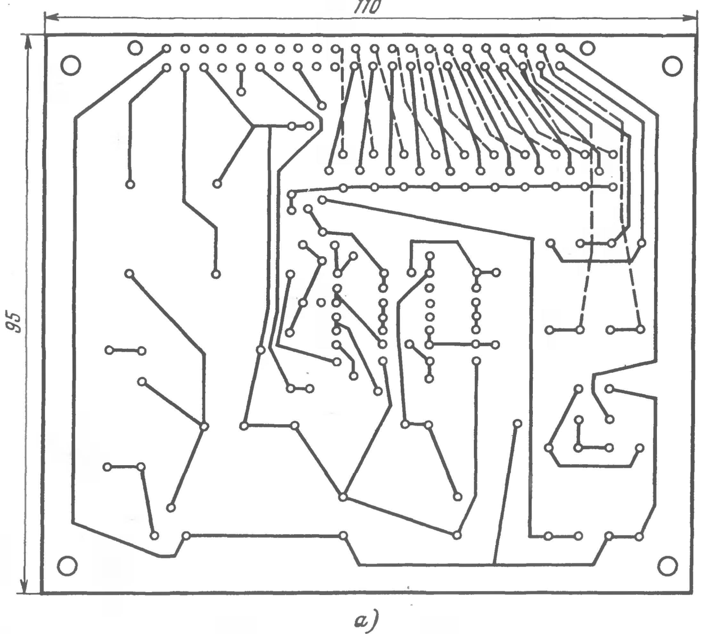
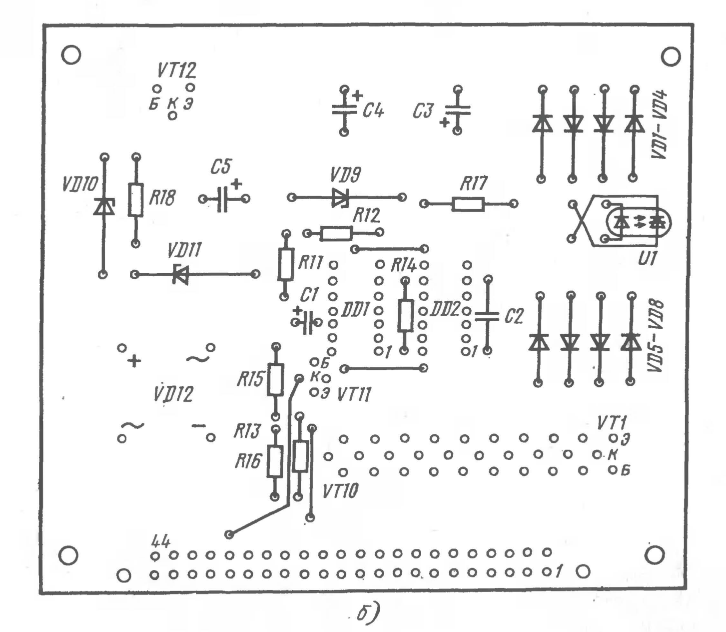


Рис. 20. Схема телефонного коммутатора на десять абонентов




110
95

а)


VT12
Б К Э
C4
C3
VD1-VD4
VD10
R18
C5
VD9
R17
R12
U1
VD11
R11
R14
C1
DD1
DD2
C2
VD5-VD8
VD12
R15
Б
К
Э
VT11
R13
R16
VT10
VT1
Э
К
Б
44
1

б)

вести разговор (разумеется, кнопка переключателя SB1 уже отпущена). Разговорный ток проходит по цепи: общий провод источника питания — телефон BF1 и микрофон BM1 телефонной трубки центрального пульта — нормально замкнутые контакты переключателя SB1 — замкнутые контакты группы SA1.1 — резистор R1 — телефонный аппарат E1 — плюсовой вывод источника питания.

Предположим теперь, что абоненту аппарата E1 необходимо вызвать дежурного центрального пульта. Для этого ему достаточно снять трубку аппарата, и линия связи окажется соединенной через сопротивление аппарата и резистор R1. На базу транзистора VT1 будет подано положительное напряжение, отчего он откроется, и загорится сигнальная лампа HL1. Одновременно откроется фототиристор оптрона, и переменное напряжение с обмотки II трансформатора будет подано через диодный мост VD1 — VD4 на звонок HA1. Дежурный переведет ручку переключателя SA1 в противоположное положение (по сравнению с показанным на схеме) и начнет разговаривать с абонентом.

Если же абонент телефонного аппарата E1 захочет связаться, например, с абонентом аппарата E10, дежурный с помощью переключателей SA10 и SB1 вызывает этого абонента. Тот поднимает трубку, и абоненты могут вести разговор. Правда, громкость звука будет меньше, чем при разговоре с дежурным.

Как только какой-либо абонент этой станции поднимает трубку своего телефонного аппарата, в ней прослушиваются сигналы длинных или коротких гудков, поступающие в линии через эмиттерные переходы транзисторов VT1 — VT10 с делителя, образованного резисторами R15 и R16. Сигналы вырабатываются двумя генераторами. Частота первого генератора, собранного на элементах DD2.1 — DD2.3, составляет 300...500 Гц, частота второго (он собран на элементах DD1.1 — DD1.3 и транзисторе VT11) — 0,3...1,5 Гц. Сигналы генераторов суммируются элементом DD1.4 и с его выхода поступают на делитель R15, R16.

Когда подвижные контакты переключателей SA1 — SA10 находятся в исходном (показанном на схеме) положении, во время-задающую цепь второго генератора включены последовательно соединенные резисторы R11 и R12. В это время в поднятой трубке любого телефонного аппарата слышны «длинные гудки». Если подвижные контакты хотя бы одного из переключателей находятся в другом (нижнем по схеме) положении, резистор R11 замыкается, и в линию поступают сигналы коротких гудков, свидетельствующие о том, что дежурный центрального пульта с кем-то разговаривает.

Выключателем SA11 при необходимости отключают звонок HA1. Резисторы R1 — R10 ограничивают базовые токи транзисторов VT1 — VT10.

Рис. 21. Монтаж телефонного коммутатора:

а — печатная плата; б — размещение деталей на плате

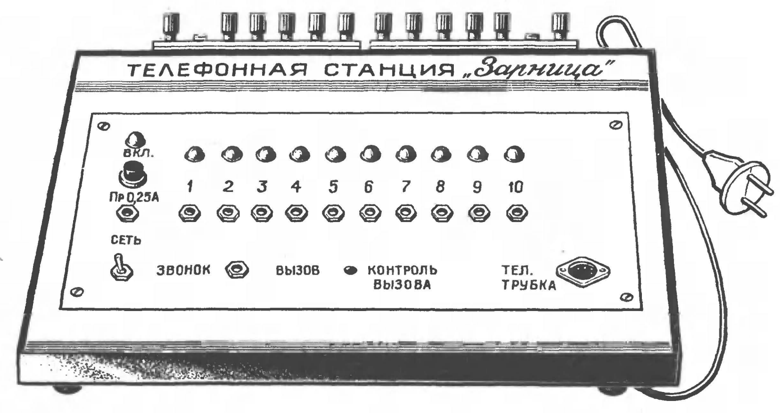


Рис. 22. Внешний вид телефонного коммутатора

Выключателем SA11 при необходимости отключают звонок HA1. Резисторы R1— R10 ограничивают базовые токи транзисторов VT1— VT10.

Для питания телефонной станции применен сетевой блок с двумя стабилизаторами выпрямленного напряжения. Первый из них, обеспечивающий питанием разговорные цепи аппаратов и сигнализаторы вызова, выполнен на стабилитронах VD10, VD11, балластном резисторе R18 и регулирующем транзисторе VT12. Второй, питающий генератор, составлен из балластного резистора R17 и стабилитрона VD9.

В телефонной станции используют: транзисторы VT1— VT10— любые из серий КТ815, КТ801, КТ608, КТ3117; VT11 может быть любым из серий К301, КТ312, КТ315, КТ503; VT12— любой из серий КТ801, КТ815, КТ817. Оптрон U1— любой из серии АОУ103. Светодиод HL11 может быть АЛ102, АЛ112, АЛ307, АЛ310 с любыми буквенными индексами. Диоды VD1— VD8— любые из серий Д101, Д102, Д220, Д223, КД509, КД510 или диодная сборка КДС628А, выпрямительный мост VD12— любой из серий КЦ402, КЦ405. Конденсаторы C1, C3— C5— К50-6, К50-16, К50-12; C2— КМ-6А, К10-17. Резисторы — МЛТ-1 (R17) и МЛТ-0,25 (остальные). Переключатели SA1—SA10— тумблеры ТП1-2, МТ-2; выключатели SA11, Q1— ТВ2-1, кнопочный переключатель SB1— КМ1, КП-3, П2К. Звонок HA1— от любого телефонного аппарата с обмоткой сопротивлением 1...3 кОм, рассчитанный на работу от переменного напряжения. Телефон BF1 и угольный микрофон BM1 объединены в стандартной трубке телефонного аппарата. Данные трансформатора питания T1 приведены в описаниях предыдущих переговорных устройств.

Бóльшая часть элементов телефонной станции смонтирована на печатной плате из фольгированного стеклотекстолита (рис. 21). Для соединения выводов деталей с остальными цепями пульта на

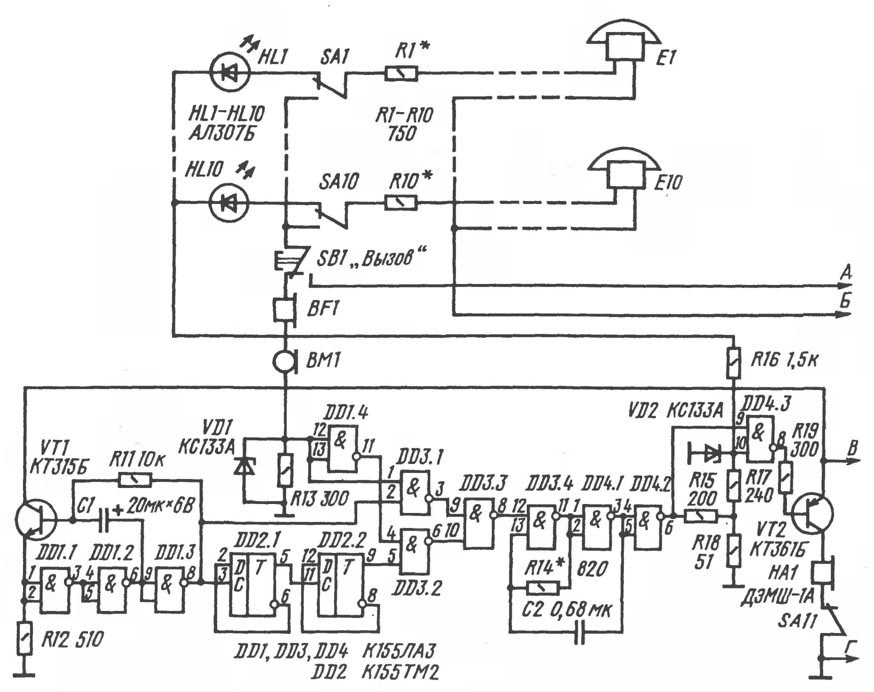


Рис. 23. Схема варианта телефонного коммутатора

плате можно предусмотреть монтажные точки или установить пустотелые заклепки. Можно также применить малогабаритный многоконтактный соединитель МРН44-2. Для такого варианта нумерация контактов соединителя показана на принципиальной схеме цифрами со штрихами.

Налаживание телефонной станции сводится к подбору резистора R14 по требуемому тону звукового сигнала (должно быть 400 Гц), а также резисторов R11 и R12, добиваясь требуемой длительности длинных и коротких гудков.

Внешний вид телефонной станции показан на рис. 22. Для соединения телефонных аппаратов с центральным пультом можно использовать любой провод, руководствуясь в основном соображениями его механической прочности. Если в качестве общего провода использовать трубы водопровода или отопительной системы, то линия связи с абонентом будет однопроводной.

На рис. 23 приведена схема еще одного варианта телефонного коммутатора. В нем для индикации сигнала вызова использованы светодиоды, поэтому надобность в транзисторных ключах отпала. Вместо звонка переменного тока использован тональный вызов, поэтому удалось обойтись без оптрона. Каждый из переключателей SA1— SA10 имеет всего лишь одну группу контактов.

Кратко рассмотрим особенности этой станции. При снятии трубки любого телефонного аппарата загорается соответствующий светодиод, и на выводе 10 элемента DD4.3 появляется напряжение высокого уровня, которое снимается с делителя напряжения R16—R18. Поскольку на второй вход этого элемента (вывод 9) поступает прерывистый сигнал частотой около 400 Гц, звуковой излучатель HA1 подает звуковые сигналы.

На элементах DD1.1— DD1.3 и DD3.4, DD4.1 собраны генераторы с частотой 1 и 400 Гц соответственно. D-триггеры DD2.1 и DD2.2, работающие в счетном режиме, делят частоту импульсов первого генератора на 4, поэтому на выходе элемента DD2.2 имеется сигнал с частотой 0,25 Гц. Элементы DD3.1 и DD3.2 переключают на входы элемента DD3.3 сигналы с частотой 1 и 0,25 Гц. Если разговор не ведется (т. е. все переключатели SA1— SA10 находятся в исходном состоянии), то на входах элемента DD1.4 действует напряжение низкого уровня, а на его выходе — напряжение высокого уровня, которое поступает на вход элемента DD3.2. В результате на выход элемента DD3.3 проходят импульсы частотой 0,25 Гц. Если же на входы элемента DD1.4 поступает напряжение высокого уровня (это происходит при протекании разговорного тока через резистор R13), то на выходе элемента DD3.3 появляются импульсы частотой 1 Гц. Через резистор R15 прерывистый сигнал частотой 400 Гц (короткие гудки) поступает в линии всех телефонных аппаратов, а также на базу транзистора VT2.

Стабилитроны VD1, VD2 ограничивают напряжение на входах логических элементов DD1.4 и DD4.3.

Налаживание телефонной станции сводится в основном к подбору резистора R14 по требуемому тону гудков. Необходимо также подобрать номиналы резисторов R1— R10 такими, чтобы при разговоре каждого из десяти абонентов с дежурным ток через телефон BF1 и микрофон BM1 составлял примерно 10...20 мА. Подбор этих резисторов следует производить только тогда, когда к телефонной станции подключены все линии связи телефонных аппаратов. Источником питания телефонной станции служит тот же источник, что и у описанного выше коммутатора (см. рис. 20). Проводники подключения станции к источнику питания обозначены буквами А — Г.

Телефонный коммутатор с расширенными возможностями. Отличием этого варианта коммутатора от описанных выше является возможность адресации вызовов, поступающих на центральный пульт, одному из абонентов. Такая необходимость может возникнуть, например, если дежурного центрального пульта по каким-то причинам вызвать невозможно. Следовательно, коммутатор может работать в двух режимах: первый — когда все вызовы поступают на центральный пульт, и второй — когда происходит переадресация вызовов с центрального пульта определенному заранее абоненту.

Рассмотрим работу коммутатора по его принципиальной схеме, показанной на рис. 24. Считаем, что питание подано выключателем Q1, микротелефонные трубки всех аппаратов находятся в исходном, а все переключатели — в показанном на схеме положениях. Положение контактов переключателя SA11 определяет первый режим работы устройства.

Пусть дежурному на центральном пульте необходимо связаться с абонентом E1. Для этого контакты переключателя SA1 надо перевести в нижнее (по схеме) положение и нажать кнопку SB1 «Вызов». При этом переменное напряжение с обмотки II трансформатора T1 подается на телефонный аппарат E1 по цепи: верхний (по схеме) вывод обмотки II трансформатора T1— мостовой выпрямитель VD25 и светодиод HL11— контакты кнопки SB1 и переключателя SA1.1— резистор R39— телефонный аппарат E1— нормально замкнутые контакты переключателя SA11.2— нижний (по схеме) вывод обмотки II трансформатора T1 (точка б). В аппарате E1 звонит звонок, абонент снимает трубку и начинает вести разговор. При этом разговорный ток протекает по цепи: плюсовой провод источника питания — телефонный аппарат E1— резистор R39— замыкающие контакты переключателя SA1.1— нормально замкнутые контакты кнопки SB1— микрофон BM1 и телефон BF1 телефонной трубки центрального пульта — общий провод источника питания.

Светодиод HL11 необходим для контроля исправности линии связи — если она исправна, то в момент нажатия кнопки SB1 светодиод горит.

Если абонент E1 желает связаться с центральным пультом, то он должен снять микротелефонную трубку своего аппарата. При этом цепь замыкается через внутреннее сопротивление аппарата E1, и на базу транзистора VT6 подается положительное напряжение, транзистор открывается и загорается светодиод HL1. Одновременно открывается транзистор VT1, и на входной вывод 1 элемента DD1.1 подается напряжение высокого уровня (падение напряжения на резисторе R3 при протекании через него коллекторного тока транзистора VT1). При этом на выходе элемента DD1.1 появляются импульсы звуковой частоты, следующие с периодом 4...5 с. Они вырабатываются двумя генераторами, выполненными на элементах НЕ микросхемы DD2. На элементах DD2.1, DD2.2 и DD2.3 выполнен генератор импульсов, следующих с периодом 3...5 с, а на элементах DD2.4— DD2.6— генератор импульсов звуковой частоты. В зависимости от состояния контактов реле K13.2 генератор на элементах DD2.4— DD2.6 вырабатывает импульсы двух частот: 400 или 800 Гц. Таким образом, в данном случае на выходе элемента DD1.2 будут импульсы с частотой 400 Гц. Они усиливаются по мощности транзистором VT2 и через переменный резистор R2, служащий регулятором громкости, поступают на зву-

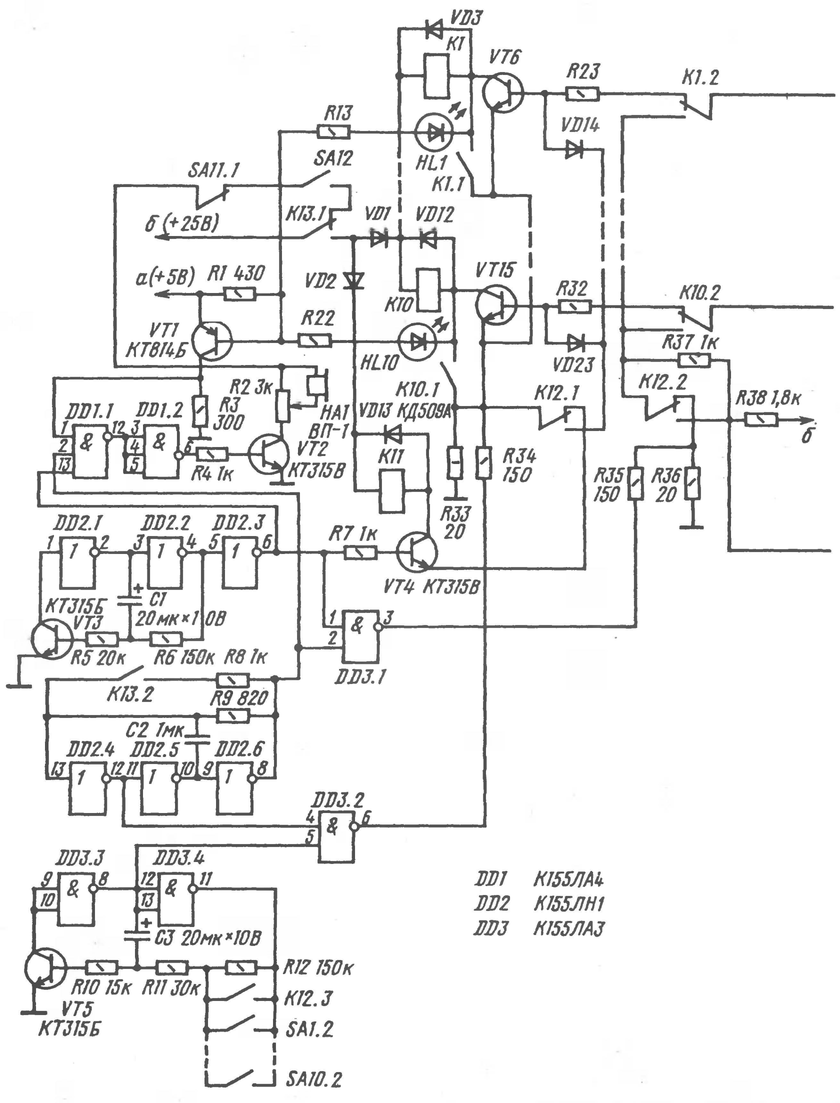
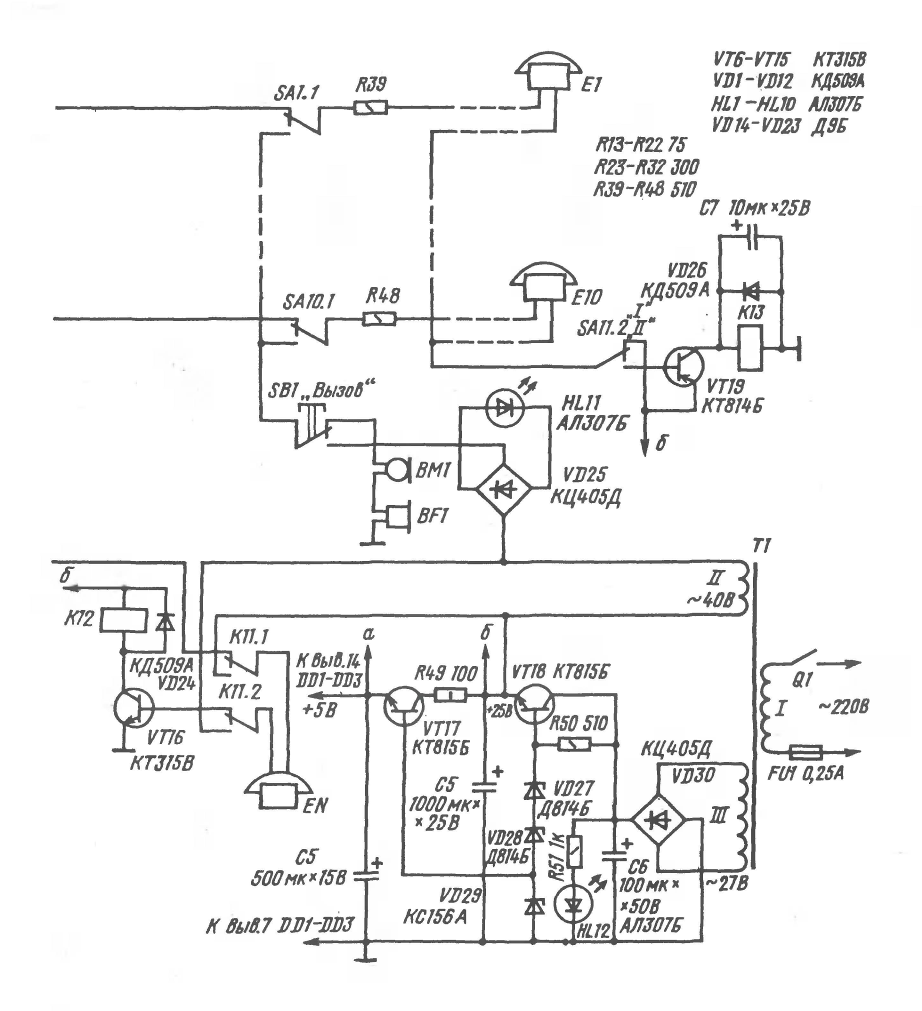


Рис. 24. Схема телефонного коммутатора с расширенными возможностями



ковой излучатель HA1 (разумеется, контакты выключателя звукового сигнала SA12 при этом должны быть замкнуты). Дежурный центрального пульта при этом слышит прерывистые звуковые сигналы вызова и видит горящий светодиод HL1; абонент же E1 прослушивает в микротелефонной трубке сигнал «длинные гудки», поступающий в линию через эмиттерный переход транзистора VT6 с делителя напряжения R33R34. Сигналы «длинных гудков», поступающих в линии, формируются генератором импульсов звуковой частоты и генератором инфранизкой частоты, собранным на элементах DD3.3, DD3.4. Период следования импульсов на его выходе определяется состоянием контактов реле K12.3 и переключателей SA1.2— SA10 находятся в исходном (показанном на схеме)

положении, в линию поступают сигналы «длинные гудки», а если контакты хотя бы одного из этих переключателей будут в другом положении (т. е. с центрального пульта ведется разговор с кем-либо из абонентов), то в линию поступают сигналы «короткие гудки» (период их следования около 1 с). Таким образом, при поступлении вызова дежурный центрального пульта должен переключить контакты одного или нескольких переключателей SA1 — SA10 в соответствии с горящими светодиодами. В разговоре при этом могут участвовать несколько абонентов.

Рассмотрим работу коммутатора во втором режиме, при котором подвижные контакты переключателя SA11 должны быть в нижнем (по схеме) положении. Телефонный аппарат, на который должны поступать все вызовы, на схеме условно обозначен латинскими буквами EN. Это может быть один из аппаратов E1 — E10, который в этом случае отключают от соответствующей линии; это может быть также и дополнительный телефонный аппарат. В любом случае этот аппарат должен находиться в другом помещении, нежели сам коммутатор, иначе теряется смысл работы во втором режиме.

Допустим, что абонент E1 снял трубку. При этом открывается транзистор VT19, срабатывает реле K13 и его контакты K13.1, переключаясь, подают напряжение питания на реле K1 — K11. Открывается транзистор VT6, что приводит к срабатыванию реле K1, контактами K1.1 оно самоблокируется, а контакты K1.2 подключают линию аппарата E1 к делителю напряжения R35R36. В линию поступают сигналы «длинные гудки». Частота звукового сигнала в данном случае составляет не 400, а 800 Гц (поскольку контакты K13.2 подключают резистор R8 параллельно времязадающему резистору R9). Повышенная частота звукового сигнала позволит вызывающему абоненту определить, в каком режиме работает коммутатор и есть ли кто-либо на центральном пульте. Очевидно, что высокий тон сигнала говорит об отсутствии телефониста на центральном пульте.

В этом случае реле K11, управляемое импульсами генератора на элементах DD2.1 — DD2.3, начинает периодически подавать переменное вызывное напряжение на аппарат EN от обмотки II трансформатора T1. При снятии трубки этого аппарата в момент нахождения контактов K11.1, K11.2 в исходном положении открывается транзистор VT16 и срабатывает реле K12. При этом контакты K12.1 снимают напряжение питания с эмиттера транзистора VT4, что обесточивает реле K11, и соединяют базы транзисторов VT6 — VT15 через диоды VD14 — VD23 и резистор R33 с общим проводом. Поэтому снятие трубок телефонных аппаратов E2 — E10 не приводит к срабатыванию реле K2—K10. Абоненты E1 и EN могут вести разговор. Ток протекает по цепи: общий провод — эмиттерный переход транзистора VT16 — нормально замкнутые контакты K11.2 — телефонный аппарат EN — нормально замкну-

тые контакты K11.1 — замыкающие контакты K12.2 и K1.2 — нормально замкнутые контакты SA1.1 переключателя SA1 — резистор R39 — телефонный аппарат E1 — эмиттерный переход транзистора VT19 — «плюс» источника питания.

При снятии телефонной трубки любого из аппаратов E2 — E10 в ней прослушиваются сигналы «короткие гудки» высокого тона (800 Гц).

После возвращения всех трубок на телефонные аппараты все приборы коммутатора принимают исходное состояние (реле K1 — K13 обесточены).

Кратко рассмотрим назначение других деталей коммутатора. Диоды VD3 — VD13, VD24, VD26 защищают соответствующие им транзисторы от пробоя напряжением самоиндукции, возникающим на обмотках реле K1 — K13. Диоды VD1, VD2 исключают протекание тока элемента DD2.3 через коллекторный переход транзистора VT4, реле K11, K1 — K10 и далее на базу транзистора VT1. Без них через базу транзистора VT1 стал бы протекать небольшой ток, вызывающий открывание транзистора и подачу напряжения высокого уровня на входной вывод 1 элемента DD1.1 микросхемы DD1. Но такое может произойти лишь при снятии трубки одного из телефонных аппаратов. Резистор R1 исключает самопроизвольное открывание транзистора VT1, что повышает надежность работы устройства. Конденсатор C7 исключает дребезг якоря реле K13 при кратковременном размыкании его цепи питания переключающимися контактами реле K1 — K10. Резистор R38 обеспечивает транзистору VT16 надежное открывание, подавая положительное напряжение на его базу.

В этом коммутаторе работают в основном такие же детали, как и в описанных ранее устройствах. Реле K1 — K11 и K13 — РЭС47 (паспорт РФ4.500.417); K12 — РЭС22 (паспорт РФ4.500.131). Трансформатор T1 выполнен на ленточном магнитопроводе ШЛ16×25. Его обмотка I содержит 2200 витков провода ПЭВ-2 0,10, обмотка II — 400 витков провода ПЭВ-2 0,12, обмотка III — 270 витков провода ПЭВ-2 0,23. Звуковой излучатель HA1 — типа ВП-1 или капсюль ДЭМШ-1А.

Коммутатор собран в корпусе, по форме и размерам аналогичном показанному на рис. 22. Для обеспечения возможности быстрого переключения линий телефонных аппаратов использованы разъемные соединители типа ОНЦ-ВГ (магнитофонные гнездо и вилка).

Автоматическая телефонная станция. Конструкция автоматической телефонной станции (АТС) сложнее предыдущей, но более совершенна — вызов абонента в ней осуществляется набором соответствующего номера (от 0 до 9) диском телефонного аппарата. Как и в промышленных АТС, предлагаемая самодельная АТС обеспечивает дуплексную связь между двумя любыми абонентами, контроль прохождения вызова прослушиванием длинных гудков в

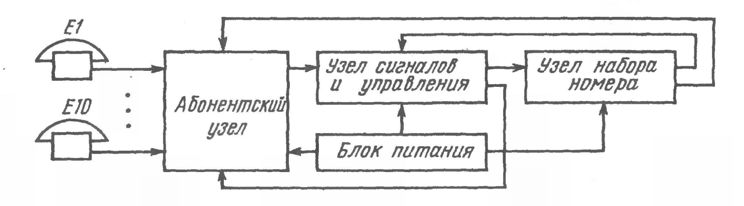


Рис. 25. Структурная схема АТС

трубке, сигнализацию занятости линий АТС (короткие гудки в трубке), установку АТС в исходное состояние после того, как телефонные трубки положены на аппараты.

На рис. 25 приведена структурная схема этой АТС. Телефонные аппараты соединены с абонентским узлом, в котором размещены электронные реле, обеспечивающие связь между двумя абонентами и отключающие на это время другие телефонные аппараты. В узле сигналов и управления формируются импульсы набора (при возвратном вращении диска номеронабирателя), а также сигналы состояния линии — «непрерывный гудок» при свободной линии и «короткие гудки» в случае ее занятости. В узле набора номера идет подсчет импульсов, поступивших от номеронабирателя того или иного телефонного аппарата, и соединение абонентов. Блок питания обеспечивает АТС постоянным и переменным напряжениями.

Рассмотрим работу АТС по ее принципиальной схеме (рис. 26). Когда первый абонент (владеющий аппаратом E1) желает поговорить, скажем, с десятым, он снимает трубку телефонного аппарата. Через телефонный аппарат, нормально замкнутые контакты группы K16.1, диод VD11 и резисторы R25, R26 подается постоянное напряжение на базу транзистора VT6. После зарядки конденсатора C4 транзистор открывается. Срабатывает реле K14, и через контакты K14.1 напряжение питания поступает на реле K1— K13, контакты K14.2 подготавливают счетчик импульсов DD4 к работе.

Кроме того, при поднятой трубке телефонного аппарата E1 через него, резистор R1, нормально замкнутые контакты групп K16.1, K1.1 и управляющий электрод тринистора VS1 начинает протекать постоянный ток. Тринистор открывается, и включенное в его анодной цепи реле K1 срабатывает. Протекающий через обмотку реле, а значит, анодную цепь тринистора ток превышает ток удержания тринистора, и тринистор остается включенным даже после прекращения тока через управляющий электрод (это происходит после срабатывания реле K1).

Как только подвижный контакт группы K1.1 реле K1 соединится с нижним (по схеме) контактом, потечет ток через эмиттерный переход транзистора VT4. Транзистор откроется, сработает реле K12. При этом в телефонной трубке аппарата E1 абонент услышит

непрерывный звуковой сигнал частотой около 400 Гц, означающий готовность приборов станции к набору номера вызываемого абонента. Этот сигнал, снятый с выхода генератора, собранного на логических элементах DD1.1— DD1.3, подается в линию связи через эмиттерный переход транзистора VT4 и логический элемент DD2.2. В то же время контакты К12.1 реле К12 соединяют через диоды VD1— VD10 управляющие электроды всех тринисторов с их катодами. Это предотвращает включение тринисторов VS2—VS10 при снятии трубок телефонных аппаратов Е2— Е10. Если же какая-то из трубок будет снята, абонент услышит прерывистые сигналы (линия занята), поступающие с делителя R15R21. Эти сигналы формируются в результате суммирования элементом DD2.3 сигналов частотой 400 Гц от генератора на элементах DD1.1— DD1.3 и сигналов частотой около 2 Гц от генератора на элементах DD1.5, DD1.6 и транзисторе VT2.

Далее первый абонент набирает номеронабирателем своего аппарата цифру 0, т. е. номер десятого абонента. При возвратном вращении диска номеронабирателя ток в цепи базы транзистора VT4 прерывается десять раз и столько же отпускает и срабатывает реле К12. Его контакты К12.2 совместно с RS-триггером на логических элементах DD3.1 и DD3.2 формируют соответствующее число импульсов, которые поступают на счетчик DD4. Выходы счетчика соединены со входами дешифратора-демультиплексора DD6, преобразующего двоично-десятичный код в позиционный десятичный. При наличии на стробирующих входах (выводы 18 и 19) напряжения высокого уровня на всех выходах дешифратора возникает напряжение такого же уровня (логическая 1). Если же на стробирующих входах будет напряжение низкого уровня, на одном из выходов также появляется напряжение низкого уровня, причем номер этого выхода соответствует десятичному эквиваленту двоичного числа, записанному в счетчик после набора номера.

После прихода первого импульса набора на выходе микросхемы DD5 (она выполняет операцию 4ИЛИ-НЕ) появляется напряжение низкого уровня, которое инвертируется элементом DD3.3 и далее поступает на один из входов логического элемента DD2.1. На выходе этого элемента появляется напряжение низкого уровня, что запрещает подачу непрерывного сигнала в линию первого абонента (сигнал «Ответ станции» прекращается). Одновременно через резистор R37 начинает заряжаться конденсатор С10. Через 2... 3 с после набора номера конденсатор С10 заряжается настолько, что срабатывает реле К15. Его контакты К15.1 подают напряжение низкого уровня на вход элемента DD3.1 (теперь через него импульсы на вход счетчика не проходят, не проходят и помехи, способные вызвать ошибку в наборе) и одновременно отключают коллектор транзистора VT1 от общего провода. Начинает работать генератор, собранный на логических элементах DD1.4, DD2.4 и транзисторе VT1. Частота импульсов генератора равна примерно 0,2 Гц. С та-

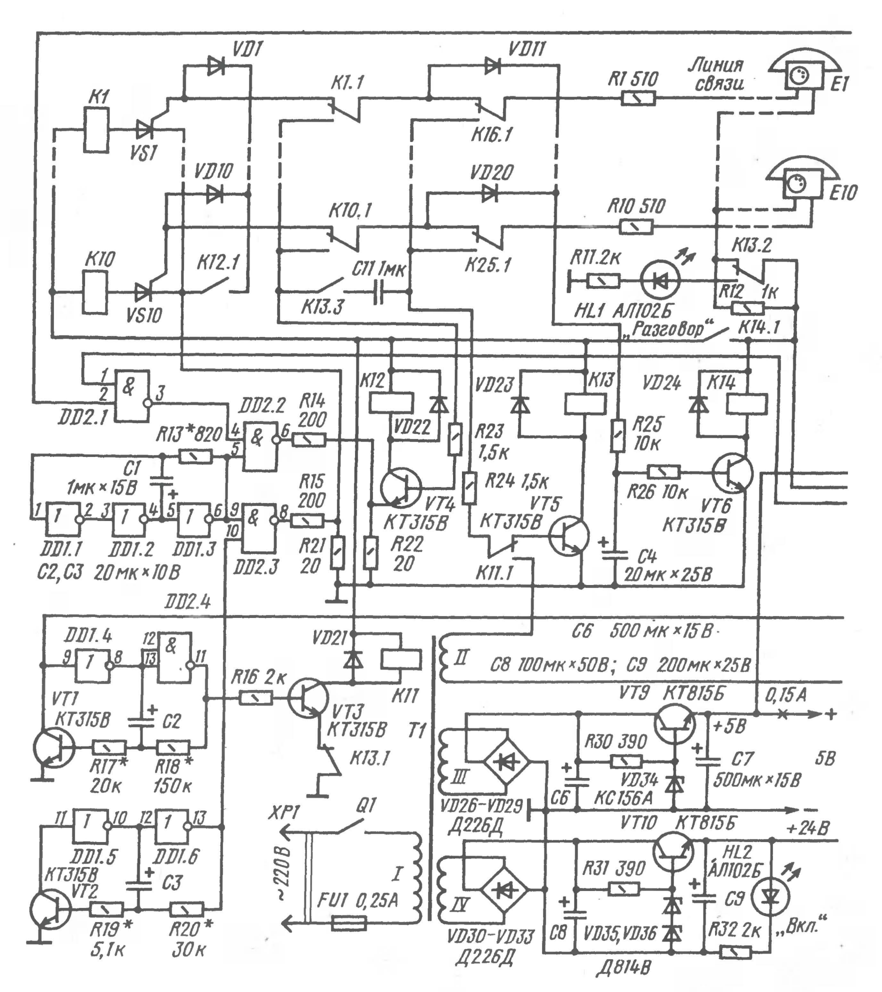
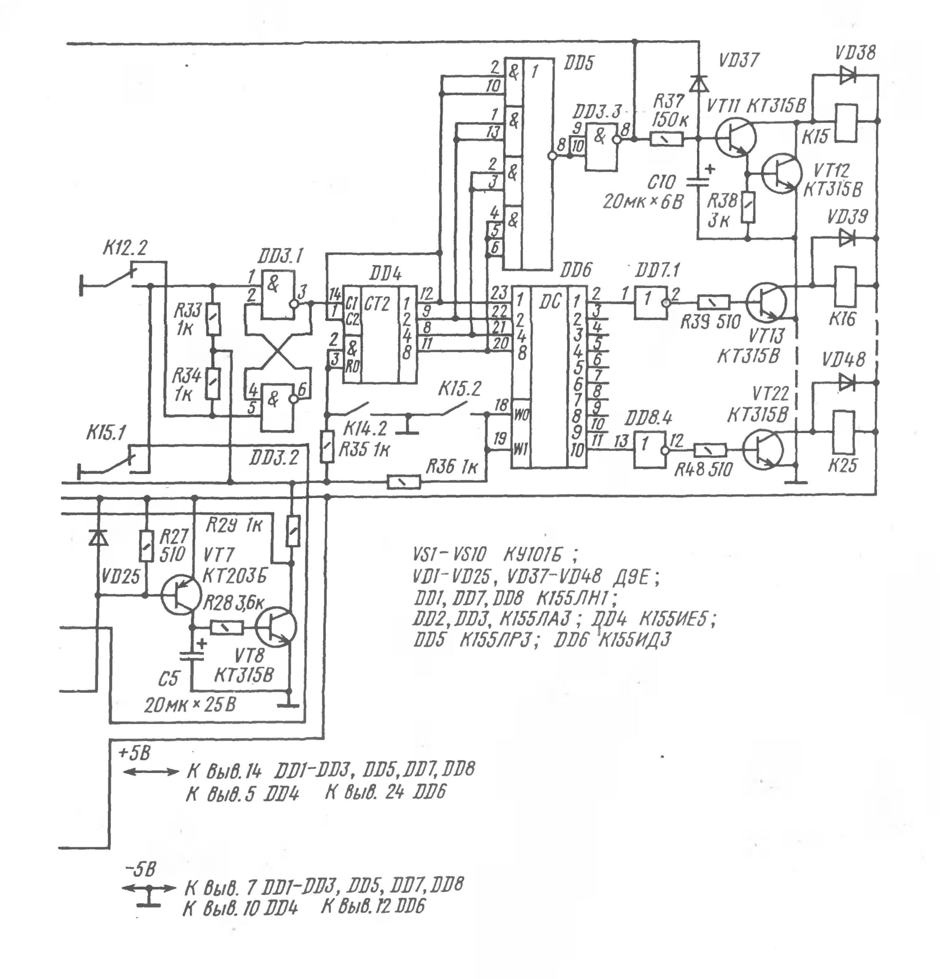


Рис. 26. Принципиальная схема АТС на десять абонентов



кой частотой контакты реле K11.1 подключают провод линии связи телефонного аппарата E10 (через резистор R24): то к обмотке II трансформатора T1, то к базе транзистора VT5.

Контакты K15.2 соединяют с общим проводом стробирующие входы дешифратора DD6 W0 и W1, и на выводе 11 дешифратора появляется напряжение низкого уровня. Оно поступает на вход логического элемента DD8.4, и на его выходе возникает напряжение высокого уровня. Открывается транзистор VT22 и срабатывает реле K25. Замыкающая группа контактов K25.1 подготавливает цепь подачи вызывного тока на аппарат E10.

Введение задержки срабатывания реле K16— K25 вызвано следующим обстоятельством. Допустим, что входы W0 и W1 дешифратора постоянно соединены с общим проводом. Если абонент E1

набирает любой номер, превышающий свой собственный (т. е. цифры от 2 до 0), то после прихода на вход счетчика DD4 первого импульса набора номера срабатывает реле K16 и контактами K16.1 размыкает цепь включения аппарата E1. Это вызывает ошибку в наборе номера. Такое явление происходит всегда, когда номер вызываемого абонента превышает свой собственный. Поэтому стробирующие входы дешифратора и подключаются к общему проводу с задержкой, т. е. после прекращения подачи импульсов набора номера на счетчик DD4.

Если линия исправна, переменный ток вызова проходит по цепи: верхний (по схеме) вывод обмотки II трансформатора — замыкающие контакты реле K11.1— резистор R24— замыкающие контакты реле K25.1— резистор R,0— телефонный аппарат E10— нормально замкнутые контакты реле K13.2— резистор R27— нижний (по схеме) вывод обмотки II. При этом на резисторе R27 создается падение напряжения, открывающее транзисторы VT7, VT8. Напряжение же низкого уровня, поданное с коллектора транзистора VT8 на вход логического элемента DD2.1, обеспечивает этому элементу напряжение высокого уровня на выходе, что разрешает прохождение импульсов 400 Гц через логический элемент DD2.2 на резистивный делитель R14R22, откуда импульсы через эмиттерный переход транзистора VT4, резистор R23, замыкающие контакты реле K1.1, нормально замкнутые контакты реле K16.1 и резистор R1 поступают в линию телефонного аппарата E1. Абонент слышит сигнал «длинные гудки». Необходимо отметить, чо при неисправной линии транзисторы VT7 и VT8 остаются закрытыми и сигналы гудков не поступают в линию аппарата E1.

Когда десятый абонент снимает трубку, срабатывает реле K13. Контактами K13.1 он размыкает эмиттерную цепь транзистора VT3 и выключает реле K11, а группой контактов K13.2 размыкает выводы резистора R12 и подает напряжение на светодиод HL1, возле которого расположена надпись «Разговор». Контакты K13.3 этого же реле через конденсатор C11 замыкают разговорную цепь по переменному току. Абоненты E1 и E10 могут вести разговор. Если теперь другие абоненты поднимут трубки, они услышат лишь короткие сигналы «занято», поступающие в линии с выхода логического элемента DD2.3 через делитель R15R21 и замкнутые контакты K12.1.

Исходное состояние АТС установится, как только абоненты положат трубки.

Чтобы при наборе номера реле K14 не отпускало, используют фильтр R25R26C4. Диод VD25 защищает эмиттерный переход транзистора VT7 от воздействия на него обратного напряжения при прохождении вызывного тока, а конденсатор C5 сглаживает пульсации напряжения 50 Гц на базе транзистора VT8. Диод VD37 обеспечивает быструю разрядку конденсатора C10 при возвращении приборов станции в исходное состояние. Резистор

R12 обеспечивает разговорный режим работы АТС. Это происходит следующим образом. При изменении тока в цепи одного из телефонных аппаратов изменяется падение напряжения на резисторе R12, что приводит к изменению тока в цепи аппарата другого абонента, т. е. часть разговорного тока из одной линии поступает в другую линию. Естественно, что полная передача изменения тока из одной линии в другую будет лишь в том случае, когда суммарный ток стабилизирован (об этом подробно рассказано в первой части книги). Ниже будет показано, как это сделать. В данном же случае для увеличения громкости используется конденсатор C11, включающийся в разговорном режиме контактами группы K13.3.

Напряжение питания АТС поступает от двух стабилизированных источников. Первый из них собран на диодах VD26— VD29, стабилитроне VD34, транзисторе VT9. Он выдает напряжение питания микросхем. Второй, собранный на диодах VD30—VD33, стабилитронах VD35, VD36 и транзисторе VT10, питает цепи электронных реле. Работу этого источника контролирует светодиод HL2.

В АТС использованы следующие детали. Транзисторы VT1— VT6, VT8, VT11, VT22— любые из серии КТ503, КТ315(В — Е), КТ603 (А, Б); VT7— КТ502 с любым буквенным индексом, а также КТ361 (В — Е), КТ208, КТ209, КТ501 с любыми буквенными индексами, кроме А — В; VT9, VT10— КТ801, КТ807, КТ815, КТ817 (кроме КТ815А, КТ817А) с любыми буквенными индексами. Тринисторы VS1— VS10— любые из серии КУ101. Светодиоды — любые из серий АЛ102, АЛ112, АЛ307. Диоды VD26— VD33 могут быть любыми из серий Д7, Д226, КД209, остальные — любые из серий Д9 (кроме Д9Б), Д311, Д220, Д223. Оксидные конденсаторы — К50-6. Электромагнитные реле К1— К11, К15— К25— РЭС15 (паспорт РС4.591.004); К12 и К14— РЭС47 (паспорт РФ4.500.408). Реле К13 образовано двумя реле: РЭС47 (паспорт РФ4.500.408) и РЭС15 (паспорт РС4.591.004), обмотки которых соединены параллельно.

Трансформатор Т1 выполнен на ленточном магнитопроводе ШЛ16×25. Обмотка I содержит 2200 витков провода ПЭВ-2 0,11, обмотка II— 360 витков ПЭВ-2 0,12, обмотка III—70 витков ПЭВ-2 0,33, обмотка IV—240 витков ПЭВ-2 0,23. Выключатель питания, телефонные аппараты — такие же, что и в предыдущей конструкции. Большинство деталей АТС размещено на четырех платах (рис. 27—30), изготовленных из текстолита толщиной 1,5 мм. На каждой плате смонтирован функционально законченный узел или блок (см. структурную схему на рис. 25), что позволяет вносить изменения и усовершенствования в конструкцию отдельных каскадов, узлов, а также заменять узлы другими, разработанными самостоятельно. Кроме того, можно применить печатный монтаж. По этим причинам даны лишь чертежи расположения деталей на

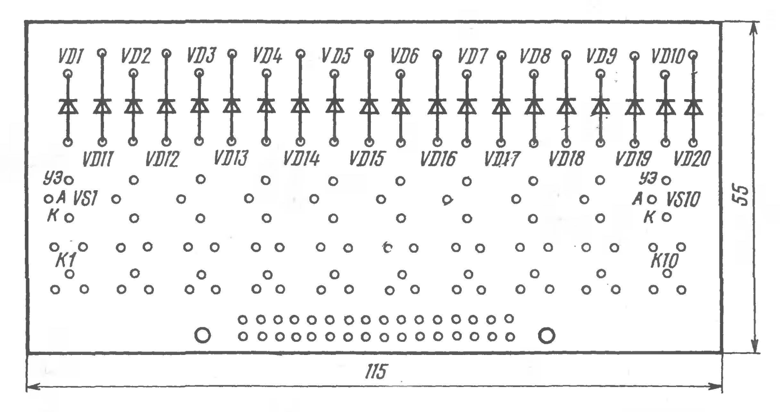


Рис. 27. Расположение деталей на плате абонентского узла

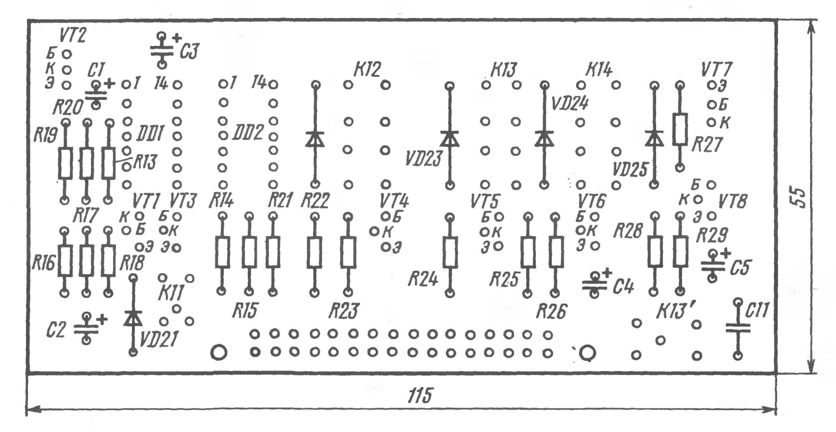


Рис. 28. Расположение деталей на плате узла сигналов и управления

платах. Соединения между деталями на платах выполнены одножильным монтажным проводом диаметром 0,3...0,4 мм в поливинилхлоридной изоляции. К каждой плате прикреплена штыревая часть соединителя МРН32. Гнездовые части соединителя установлены на общей плате (рис. 31). Для надежной фиксации плат на ней в вертикальном положении применены две пластины из текстолита с габаритными размерами 130×10 мм, в каждой из которых прорезаны четыре паза шириной на 0,5 мм больше, чем толщина материала монтажных плат, и глубиной 3...4 мм. Эти пластины укреплены на общей плате с помощью шести металлических стоек. На общей плате находится и трансформатор питания.

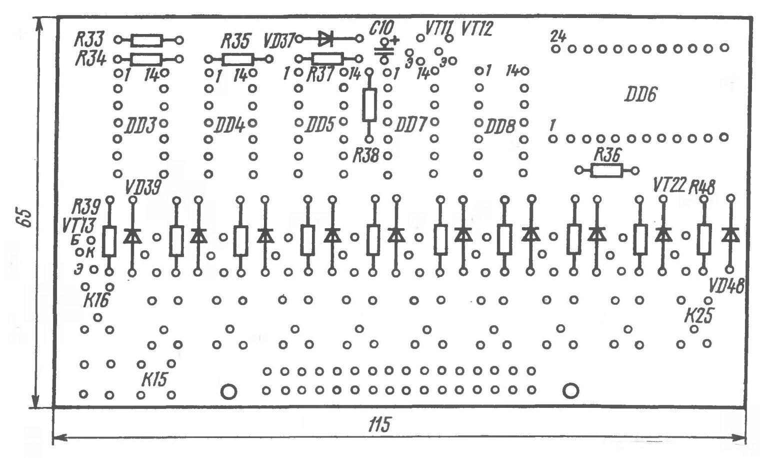


Рис. 29. Расположение деталей на плате узла набора номера

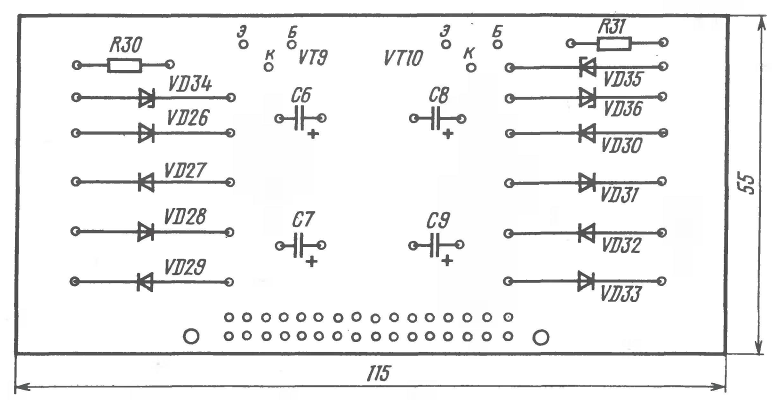


Рис. 30. Расположение деталей на плате блока питания

Узлы АТС размещены в металлическом корпусе с габаритными размерами 210×140×100 мм, на верхней панели которого укреплены планка с зажимами для подключения линий связи телефонных аппаратов, выключатель питания и светодиоды (рис. 32).

Если АТС собрана без ошибок и из исправных деталей, ее налаживание сводится к подбору резисторов R13, R17— R20, определяющих частоты генераторов.

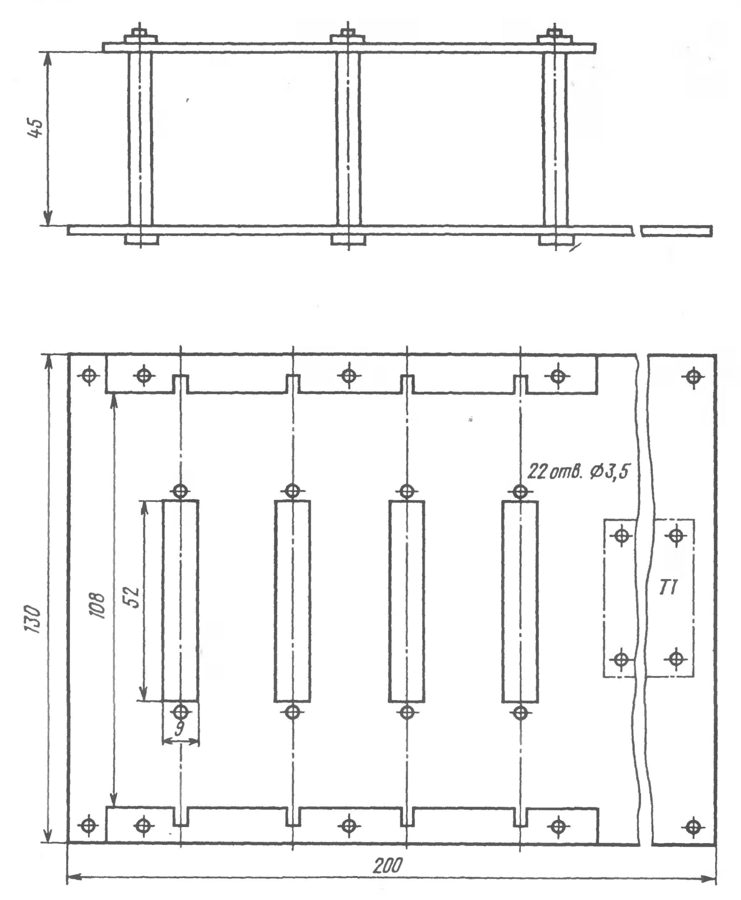


Рис. 31. Чертеж сборочного блока АТС

Если же после включения АТС не работает, поиск неисправности следует вести в такой последовательности. Сначала измеряют напряжения источников питания. На конденсаторе С7 напряжение должно быть 4,8...5,2 В, на конденсаторе С9—22...25 В. Затем проверяют ток, потребляемый от источника напряжения +5 В блоком набора номера,— он должен составлять 120...160 мА (но не более 200 мА). Подавая импульсы на вход С1 (вывод 14) микросхемы DD4, проверяют работу счетчика и дешифратора (при этом на выводы 2 и 3 микросхемы DD4 надо подать напряжение низкого уровня). Работу остальных узлов — абонентского, сигналов и управления — проверяют в совокупности со всеми остальными.

Если в распоряжении конструктора имеется микросхема К155ИД10, то можно значительно уменьшить число элементов в узле набора номера. Фрагмент такого варианта показан на рис. 33.

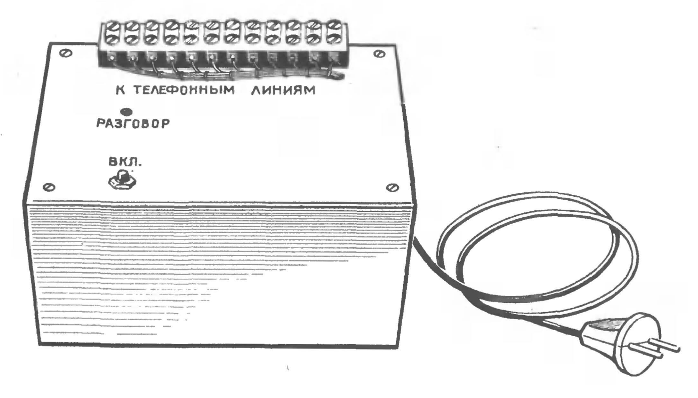


Рис. 32. Внешний вид АТС

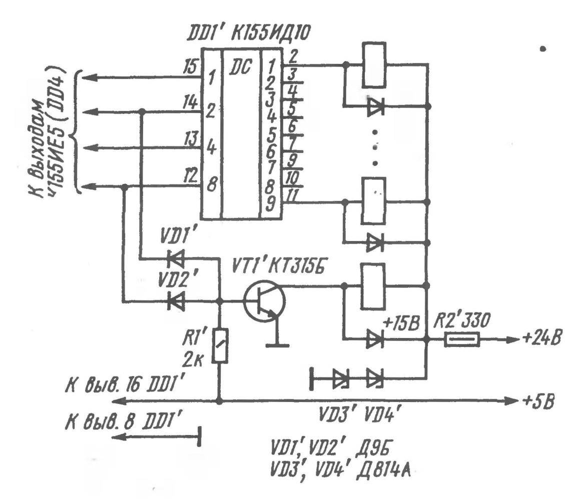


Рис. 33. Микросхема К155ИД10 в узле набора номера АТС

Микросхема К155ИД10 представляет собой дешифратор сигналов двоично-десятичного кода 1-2-4-8 в десятичный позиционный код с открытыми коллекторными выходами. При подаче на входы 1, 2, 4, 8 сигналов, соответствующих числам 0...9, на выходе, номер которого соответствует этому числу, появляется напряжение низкого уровня; на всех других выходах — напряжение высокого уровня. Если входные комбинации сигналов соответствуют числам 10...15, то на всех выходах возникает напряжение высокого уровня. Поскольку допустимый ток любого выхода микросхемы, на котором имеется напряжение низкого уровня, составляет 80 мА, к выходам

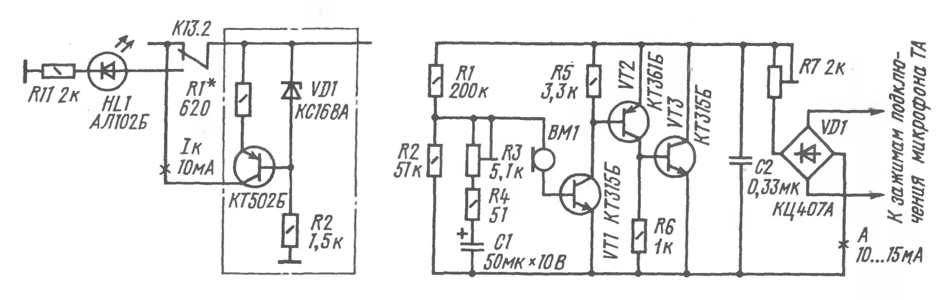


Рис. 34. Принципиальная схема стабилизатора тока для питания АТС

Рис. 35. Схема двухполюсника-усилителя

можно непосредственно подключать электромагнитные реле. Максимально допустимое напряжение, подводимое к выходам, не должно превышать 15 В. Используемые в АТС реле РЭС15 (паспорт РС4.591.004) удовлетворяют этим условиям по току и напряжению. Для обеспечения работы узла набора номера при подаче на его счетчик десяти входных импульсов использован узел совпадения на диодах VD1′, VD2′ и транзисторный ключ VT1′. Напряжение +15 В обеспечивает параметрический стабилизатор *VD3′VD4′R2′*.

В некоторых случаях может возникнуть необходимость увеличения числа абонентов, обслуживаемых станцией. Это потребует перехода на двузначную систему нумерации и увеличения числа абонентов, которые могут одновременно вести разговор. В описанной выше АТС на 10 абонентов одновременно может вести разговор одна пара абонентов, что составляет 20 % их общего числа. Такой показатель принят и на многих промышленных телефонных станциях. Решение этих двух задач (переход на двузначные номера и увеличение числа каналов связи) потребует капитальной перестройки АТС и использования кардинально других принципов ее работы.

Рекомендации по повышению громкости разговора в устройствах телефонной связи. Как уже говорилось, для обеспечения максимального уровня громкости разговора, например, в случае параллельного соединения телефонных аппаратов необходим стабилизатор тока. В АТС (см. рис. 26) функцию такого стабилизатора выполняет резистор R12 достаточно большого сопротивления (1 кОм). Однако может случиться, что громкость разговора окажется все же недостаточной. В таком случае резистор R12 можно заменить стабилизатором тока. На рис. 34 детали такого стабилизатора обведены штрихпунктирными линиями. Стабилизатор тока выполнен по традиционной схеме. Нагрузка включается в коллекторную цепь транзистора VT1, ток коллектора $I_К$ определяется формулой $I_К=(U_{VD1}-U_{ЭБ})/R1$, где U_{VD1} и $U_{ЭБ}$ — соответ-

ственно напряжение стабилизации стабилитрона VD1 и прямое напряжение эмиттерного перехода транзистора VT1.

При выборе элементов стабилизатора тока необходимо выполнять следующее соотношение: $I_K R \leqslant U_{пит} - U_{ст}$, где R — суммарное сопротивление цепей телефонных аппаратов; $U_{пит}$— напряжение питания разговорных цепей; $U_{ст}$— падение напряжения на резисторе R1 и транзисторе VT1 стабилизатора.

При замене резистора R12 стабилизатором тока конденсатора C11 в АТС может не быть.

Другим, к тому же более эффективным, способом повышения громкости разговора может быть применение двухполюсника-усилителя [15]. Принципиальная схема подобного усилителя приведена на рис. 35. Характерной особенностью такого усилителя является то, что его питание осуществляется непосредственно от линии связи. Сигнал с микрофона BM1 поступает на вход усилителя, собранного на транзисторах VT1— VT3. Усилитель охвачен отрицательной обратной связью по напряжению, образованной резисторами R1— R4, конденсатором C1 и транзистором VT3. При работе усилителя изменяется ток в точке А, что вызывает изменение тока через выходные контакты двухполюсника и, следовательно, в микрофонной цепи телефонного аппарата. Поскольку коэффициент усиления двухполюсника достигает 3000...4000, обеспечивается значительное повышение громкости разговора по сравнению с традиционным угольным микрофоном.

Микрофон BM1 обязательно должен быть активным преобразователем, т. е. преобразующим звук непосредственно в напряжение — в отличие от угольного (пассивного), преобразующего звук в изменение сопротивления. Конденсатор C2 устраняет возможное самовозбуждение усилителя, а мостовой выпрямитель VD1 предотвращает выход из строя двухполюсника в случае подключения источника питания в обратной полярности.

Элементы усилителя-двухполюсника монтируют на небольшой печатной плате (рис. 36), которую размещают в корпусе телефонного аппарата. При этом угольный микрофон в трубке заменя-

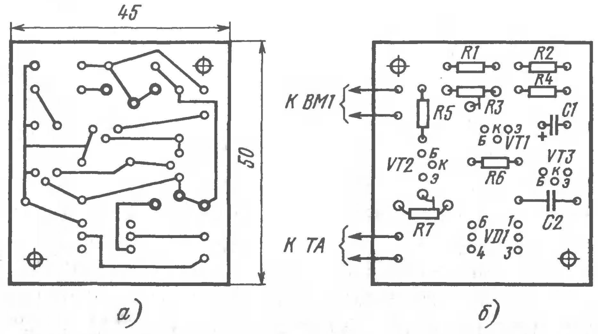


Рис. 36. Монтажная плата двухполюсника-усилителя:

а — вид со стороны печатных проводников; б — расположение деталей на плате

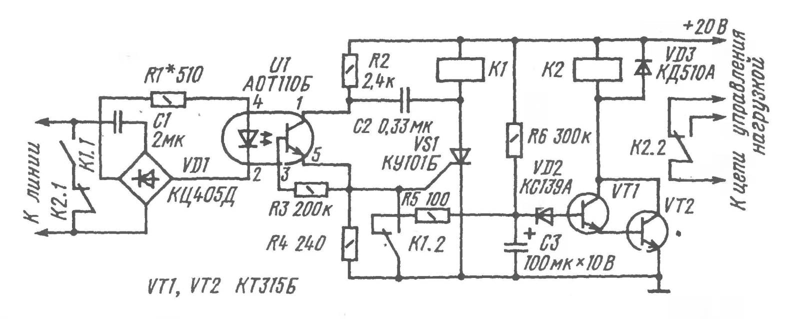


Рис. 37. Схема блока дистанционного управления, заменяющего телефонный аппарат

ют телефонным капсюлем типа ТК-67, ВП-1, ТОН-2 или микрофонным капсюлем ТЭМК-3-Т, МДМ-7, подключив его к усилителю. Выходные же контакты двухполюсника подключают к зажимам, которые ранее были соединены с угольным микрофоном.

Настройка усилителя-двухполюсника состоит в установке подстроечным резистором R7 тока в цепи питания двухполюсника, который должен составлять 10...15 мА. Резистором R3 устанавливают требуемый коэффициент усиления. Желательно также подобрать и элементы балансного контура телефонного аппарата для снижения местного эффекта.

Необходимо отметить, что такой двухполюсник обеспечивает увеличение громкости только исходящего разговора, поэтому использовать это устройство следует у обоих абонентов, участвующих в разговоре. Так, если в телефонных коммутаторах по схемам рис. 20 и 24 будут использоваться телефонные аппараты со встроенными двухполюсниками, целесообразно применять это устройство и в трубке оператора центрального пульта. В этом случае желательно принять меры к снижению местного эффекта (например, применить готовый телефонный аппарат, в котором будет использоваться только разговорная цепь).

Блок дистанционного управления нагрузкой. Линии связи автоматической телефонной станции можно использовать не только по прямому назначению, но и для дистанционного управления какими-либо электроприборами. Это позволяет с центрального пульта включать и выключать, например, систему автополива комнатных растений. При этом блок дистанционного управления может подключаться к линии как взамен телефонного аппарата, так и одновременно с ним.

На рис. 37 показана схема блока дистанционного управления, подключаемого к линии вместо телефонного аппарата. Вызывное напряжение выпрямляется диодным мостом VD1 и через резистор R1 поступает на светодиод оптрона U1. Фототранзистор оптрона

открывается, и конденсатор С2 заряжается через обмотку реле К1 и фототранзистор оптрона; импульс зарядного тока течет через управляющий электрод тринистора VS1 и открывает его. При этом срабатывает реле К1 и контактами К1.1 замыкает линию, что блокирует приборы АТС от подачи дальнейших вызывных посылок; по характерному щелчку в трубке вызывающий абонент узнает о срабатывании блока дистанционного управления. Одновременно контактами К1.2 этого реле управляющий электрод тринистора соединяется с катодом, что размыкает конденсатор С3, и начинается его зарядка через резистор R6. Через некоторое время открывается стабилитрон VD2 и транзисторы VT1, VT2, срабатывает реле К2, контактами К2.2 коммутирует цепь управления нагрузкой. Такое состояние блок дистанционного управления сохраняет до тех пор, пока с линии вновь не поступит вызывное напряжение. При этом вновь открывается фототранзистор оптрона, и напряжение с конденсатора С2 будет приложено в обратной полярности к тринистору VS1 и закроет его. Реле К1, а вслед за ним и К2 отпустят — блок дистанционного управления примет исходное состояние.

Разделительный конденсатор С1 выполняет те же функции, что и в телефонном аппарате: оказывает бесконечно большое сопротивление прохождению постоянного тока. При снятии трубки линия связи по постоянному току замыкается, что и фиксируется приборами АТС. В данном случае замыкание линии по постоянному току обеспечивается контактами реле К1.1 и К2.1.

Реле времени на транзисторах VT1, VT2 введено в устройство для того, чтобы обеспечивать снятие блокировки с входной цепи блока дистанционного управления (оно осуществляется размыканием контактов К2.1 примерно через 10...15 с после срабатывания реле К1; за это время трубку необходимо положить на рычаг аппарата).

В блоке можно применить любой оптрон из серии АОТ110. Тринистор VS1— любой из серии КУ101. Конденсатор С1 должен быть рассчитан на номинальное напряжение не менее 60 В. Реле К1 и К2— РЭС9 (паспорт РС4.524.200). Замена остальных элементов не вызовет трудностей. Источник питания блока должен обеспечивать стабилизированное напряжение 20...25 В при токе не менее 50 мА.

Налаживание блока состоит в подборе резистора R1 таким образом, чтобы обеспечивалось надежное открывание фототранзистора оптрона. При этом ток входной цепи оптрона не должен превышать 30 мА.

На рис. 38 приведена схема варианта блока дистанционного управления, который может работать параллельно с телефонным ап-

---

[1]При разработке блока дистанционного управления частично использовано схемное решение, опубликованное в журнале «Радио», 1989, № 4, с. 74.

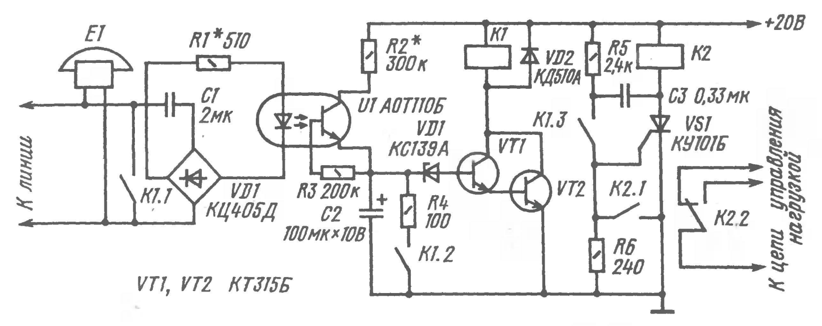


Рис. 38. Схема блока дистанционного управления, включаемого одновременно с телефонным аппаратом

паратом. Срабатывание исполнительного реле блока происходит не сразу после подачи напряжения вызова, а через некоторое время, если в течение этого времени абонент не снимет трубку своего аппарата.

При появлении вызывного напряжения открывается фототранзистор оптрона U1 и начинается зарядка конденсатора C2. После подачи нескольких вызывных посылок срабатывает реле K1 и контактами K1.3 включает тринистор VS1. Срабатывает реле K2, коммутируя контактами K2.2 цепь управления нагрузкой. Контакты K1.1 замыкают линию связи по постоянному току — и вызывающий абонент слышит в трубке характерный звук, свидетельствующий о включении цепи управления нагрузкой. Контакты K1.2 разряжают конденсатор C2, реле K1 отпускает, и контакты K1.1 размыкают линию связи. Блок готов к приему новых вызывных посылок. При их поступлении реле K2 отпускает и своими контактами выключает нагрузку.

Реле K1 — РЭС22 (паспорт РФ4.500.131). Остальные детали — такие же, что и в предыдущем устройстве.

Налаживание блока дистанционного управления сводится к подбору резистора R2 по времени срабатывания реле K1. Это время не должно превышать 15...20 с, в противном случае в промежутки между вызывными посылками конденсатор C2 успевает разрядиться до исходного напряжения, и реле K1 не срабатывает при сколь угодно большом времени подачи вызывных сигналов. Необходимо также отметить, что контакты K1.3 реле K1 должны срабатывать раньше контактов K1.2 или одновременно с ними, иначе реле K1 отпустит прежде, чем сработает реле K2. Эта ситуация маловероятна, однако если все же это происходит, следует поменять местами контакты K1.2 и K1.3 либо подключить параллельно обмотке реле K1 оксидный конденсатор емкостью 20...50 мкФ на номинальное напряжение 25 В — это увеличивает продолжительность включенного состояния реле K1.2 и обеспечивает срабатывание контактов K1.3.

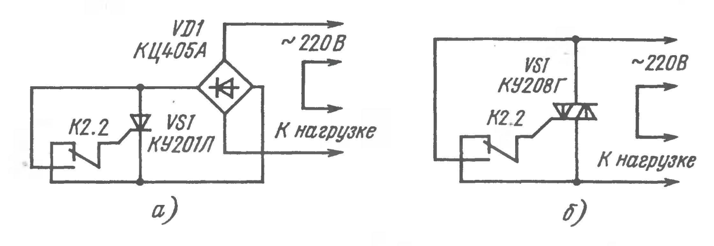


Рис. 39. Схемы цепи управления нагрузкой:

а — с использованием тринистора; б — с использованием симистора

Схема цепи управления нагрузкой определяется ее мощностью, напряжением и родом тока (постоянный или переменный). На рис. 39 показаны схемы двух вариантов цепи управления нагрузкой — с использованием тиристора и симистора.

Описанные блоки дистанционного управления могут использоваться как с автоматической телефонной станцией, так и с коммутатором телефонной связи.

ТЕЛЕФОННЫЕ АППАРАТЫ С КЛАВИШНЫМ НОМЕРОНАБИРАТЕЛЕМ

Пользоваться аппаратом АТС станет значительно удобнее, если его снабдить кнопочным (тастатурным) электронным номеронабирателем. Тогда для вызова абонента достаточно будет нажать лишь соответствующую кнопку.

Схема аппарата с таким номеронабирателем приведена на рис. 40. Его основу составляет числоимпульсный генератор на микросхемах DD1— DD3, формирующий число импульсов, соответствующее номеру нажатой кнопки (SB1— SB10). Логические элементы DD1.3 и DD1.4 образуют генератор импульсов с частотой следования 15...20 Гц, которые поступают на двоично-десятичный счетчик DD2. Элементы DD1.1 и DD1.2 работают в ждущем мультивибраторе, устраняющем дребезг контактов кнопочных выключателей SB1— SB10. На транзисторах VT5— VT7 выполнен узел отключения батареи GB1 от элементов устройства. Он необходим для того, чтобы уменьшать разрядку батареи, отключая ее от элементов номеронабирателя после набора номера.

Как работает этот узел? После снятия трубки телефонного аппарата правая (по схеме) контактная группа рычажного переключателя SA1 подключает батарею GB1 к элементам устройства. Одновременно снимается блокировка с конденсатора C4, и он начинает заряжаться через резистор R10. В это время полевой транзистор VT5 закрыт, а транзисторы VT6 и VT7— открыты. На микросхемы подается питание от батареи GB1. Можно нажимать

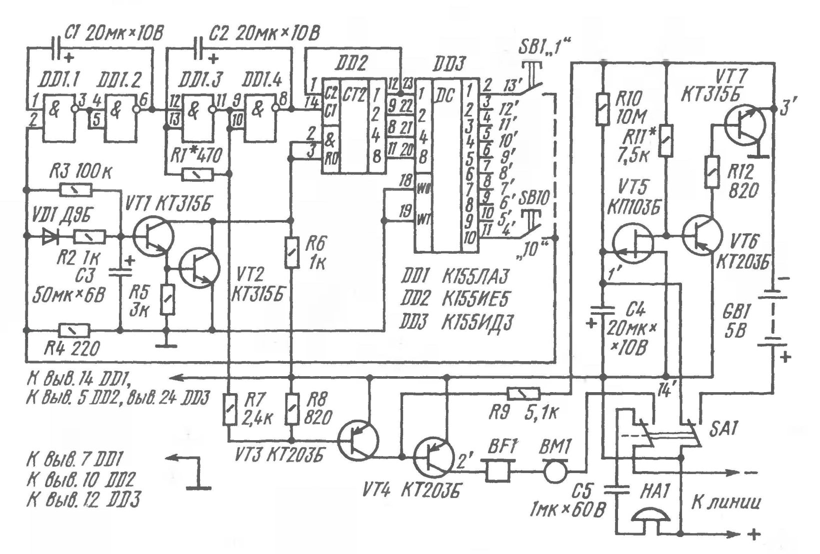


Рис. 40. Схема телефонного аппарата с электронным номеронабирателем (1-й вариант)

одну из кнопок SB1— SB10 для вызова нужного абонента. Через некоторое время (десятки секунд), определяемое в основном емкостью конденсатора C4 и сопротивлением резистора R10, открывается полевой транзистор V15, что приводит к закрыванию транзистора VT7. В этом случае ток цепи питания будет определяться в основном номиналом резистора R11 и резистора R9, обеспечивающего открытое состояние транзистора VT4 (через участок коллектор-эмиттер этого транзистора протекает разговорный ток). Для повторного вызова абонента нужно опустить трубку на аппарат, чтобы контакты рычажного переключателя возвратились в исходное положение и разрядили конденсатор C4, а затем вновь поднять ее.

Рассмотрим работу узла набора номера. После подачи на него напряжения транзисторы VT1, VT2 закрыты, на входных выводах 2 и 3 счетчика DD2— напряжение высокого уровня, на выводах 12, 9, 8, 11— низкого. На выходных выводах 2—11 дешифратора DD3— напряжение высокого уровня.

При нажатии одной из кнопок, например SB10, через диод VD1 и резистор R2 быстро заряжается конденсатор C3, транзисторы VT1 и VT2 открываются, и на выводах 2 и 3 счетчика DD2 оказывается напряжение низкого уровня — счетчик готов к приему импульсов. Одновременно на вывод 2 элемента DD1.1 поступает напряжение высокого уровня и начинает работать генератор на элементах DD1.3 и DD1.4. При этом на выходных

выводах дешифратора DD3 поочередно появляется напряжение низкого уровня. Как только оно появляется на выводе 11, через замкнутые контакты кнопочного выключателя SB10 оно поступает на входной вывод 2 элемента DD1.1 и выключает генератор. Кнопку теперь можно отпустить. При этом с вывода 11 элемента DD1.2 генератора на базу транзистора VT3 поступает ровно десять импульсов. Столько же раз электронный ключ на транзисторах VT3, VT4 замыкает и размыкает линию (через телефон BF1 и микрофон BM1), что вызывает срабатывание соответствующих реле в АТС. Через 3...4 с после отпускания кнопки конденсатор C3 разряжается через резисторы R3, R4, и счетчик DD2 принимает исходное состояние.

В исходном состоянии телефонная трубка лежит на аппарате, и контакты рычажного переключателя SA1 через конденсатор C5 подключают к линии звонок HA1; батарея питания GB1 отключена. При снятии трубки контакты рычажного переключателя включают питание и подключают транзисторный ключ, телефон и микрофон к линии. Теперь транзистор VT4 открыт, поскольку его база подключена через резистор R9 к минусовому выводу батареи. Линия в этом случае замкнута через малые сопротивления открытого транзистора VT4, телефона и микрофона. При поступлении импульса на транзистор VT3 транзистор VT4 закрывается — сопротивление линии резко возрастает. Периодические размыкания линии воспринимаются приборами АТС как импульсы набора номера.

Батарея питания GB1 может состоять из четырех последовательно соединенных аккумуляторов Д-0,25 или гальванических элементов. Конденсатор C5— МБМ, МБГО, КЛС на номинальное напряжение не менее 60 В, остальные конденсаторы — К50-6

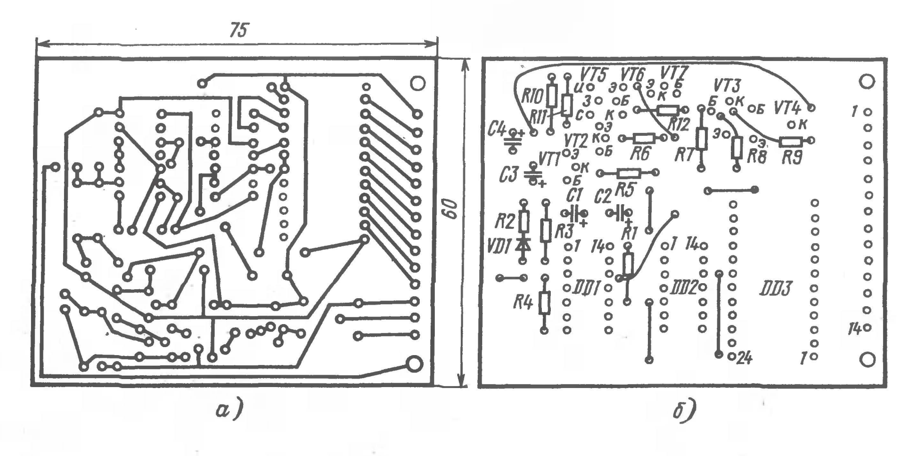


Рис. 41. Монтажная плата номеронабирателя:

а — вид со стороны печатных проводников; б — расположение деталей на плате

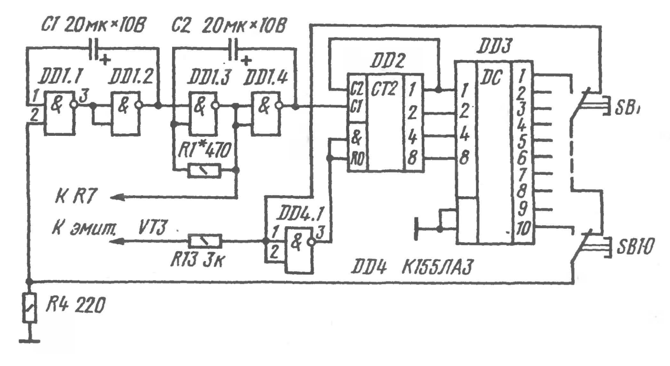


Рис. 42. Фрагмент схемы номеронабирателя с использованием кнопок на основе переключателей

или другие. Кнопочные выключатели SB1— SB10 могут быть любой конструкции, однако желательно использовать герконовые кнопки, требующие малого усилия нажатия. Удобно также использовать блоки кнопок от вычислительных машин и микрокалькуляторов.

Часть деталей устройства размещают на плате из фольгированного стеклотекстолита (рис. 41). На плате устанавливают и вилку разъема МРН14-1, нумерация выводов которого показана на рис. 40 цифрами со штрихами. Плату и остальные детали размещают в корпусе телефонного аппарата, из которого удалены номеронабиратель, согласующий трансформатор и другие неиспользуемые детали.

Налаживание электронного номеронабирателя начинают с замыкания проволочной перемычкой эмиттера и коллектора транзистора VT7. После этого подбором резистора R1 устанавливают частоту генератора 15...20 Гц. Затем перемычку удаляют и налаживают узел отключения батареи. Для этого отключают резистор R9, резистор R11 временно заменяют цепью из последовательно соединенных постоянного резистора сопротивления 1 кОм и переменного резистора сопротивлением 15 кОм, а в разрыв цепи питания включают миллиамперметр. Через 20...30 с после включения питания, когда конденсатор C4 зарядится до напряжения открывания транзистора VT5, перемещением движка переменного резистора в сторону увеличения сопротивления устанавливают ток 0,7...1 мА. Измерив общее получившееся сопротивление временной цепи резисторов, впаивают в плату постоянный резистор такого же сопротивления и восстанавливают соединение резистора R9.

Телефонный аппарат с номеронабирателем подключают к линии АТС в соответствии с указанной полярностью. При подключе-

нии аппарата к линии через диодный мост эта полярность может быть произвольной.

При пользовании аппаратом кнопку вызова необходимо удерживать в нажатом состоянии не менее 0,7...1 с, чтобы вся серия импульсов была введена в линию. Удобно это контролировать, прослушивая вызывные посылки в телефоне микротелефонной трубки. Если удерживать кнопку более 3...4 с, то в линию поступит еще одна пачка импульсов. Хотя это и не вызовет срабатывания приборов АТС (поскольку входные цепи АТС блокируются через некоторое время после приема пачки импульсов), это является недостатком номеронабирателя. Устранить его можно, несколько изменив часть устройства и применив кнопки с переключающим контактом, что и иллюстрирует схема[1], показанная на рис. 42. На ней нумерация элементов соответствует схеме на рис. 40. Транзисторы VT1, VT2, диод VD1, конденсатор C3 и резисторы R2, R3, R5 и R6 исключены, но добавлены резистор R13 и один элемент DD4.1 микросхемы К155ЛА3.

В исходном состоянии на выводе 2 логического элемента DD1.1 — напряжение низкого уровня, а на входах R0 счетчика DD2 — высокого уровня. В результате генератор не работает, счетчик DD2 — в исходном состоянии (на его выходах — напряжение низкого уровня). При нажатии любой из кнопок SB1—SB10 на входах & R0 счетчика DD2 появляется напряжение низкого уровня, разрешающее работу микросхемы в счетном режиме. Начинает работать генератор. При появлении напряжения низкого уровня на выходе дешифратора, соединенном с контактом нажатой кнопки, генератор блокируется. В этом состоянии устройство может находиться сколь угодно долго. После отпускания кнопки счетчик DD2 и дешифратор DD3 принимают исходное состояние. Однако в данном варианте номеронабирателя герконовые кнопки уже не подойдут, так как требуются переключающие контакты; можно использовать кнопки КМ1, П2К, МП7.

В обоих вариантах номеронабирателя необходимо удерживать нажатую кнопку до окончания серии импульсов, иначе номер абонента будет набран неверно. Это — недостаток устройства.

На рис. 43 приведена схема телефонного аппарата с номеронабирателем, в котором импульсы начинают генерироваться после отпускания кнопки. Здесь микросхемы DD1, DD2 и диоды VD1 — VD3 образуют дешифратор, преобразующий десятичное число (номер нажатой кнопки SB1 — SB10) в двоичный код. Сигналы с выходов дешифратора поступают на входы D1, D2, D4 и D8 реверсивного счетчика DD4 и на входы логического элемента 4ИЛИ-НЕ (DD3.1). Допустим, нажата кнопка SB3. При этом на выходах элементов DD1.1, DD1.2 появится напряже-

---

[1] Такое схемное решение предложено радиолюбителем А. М. Гасием из Запорожья.

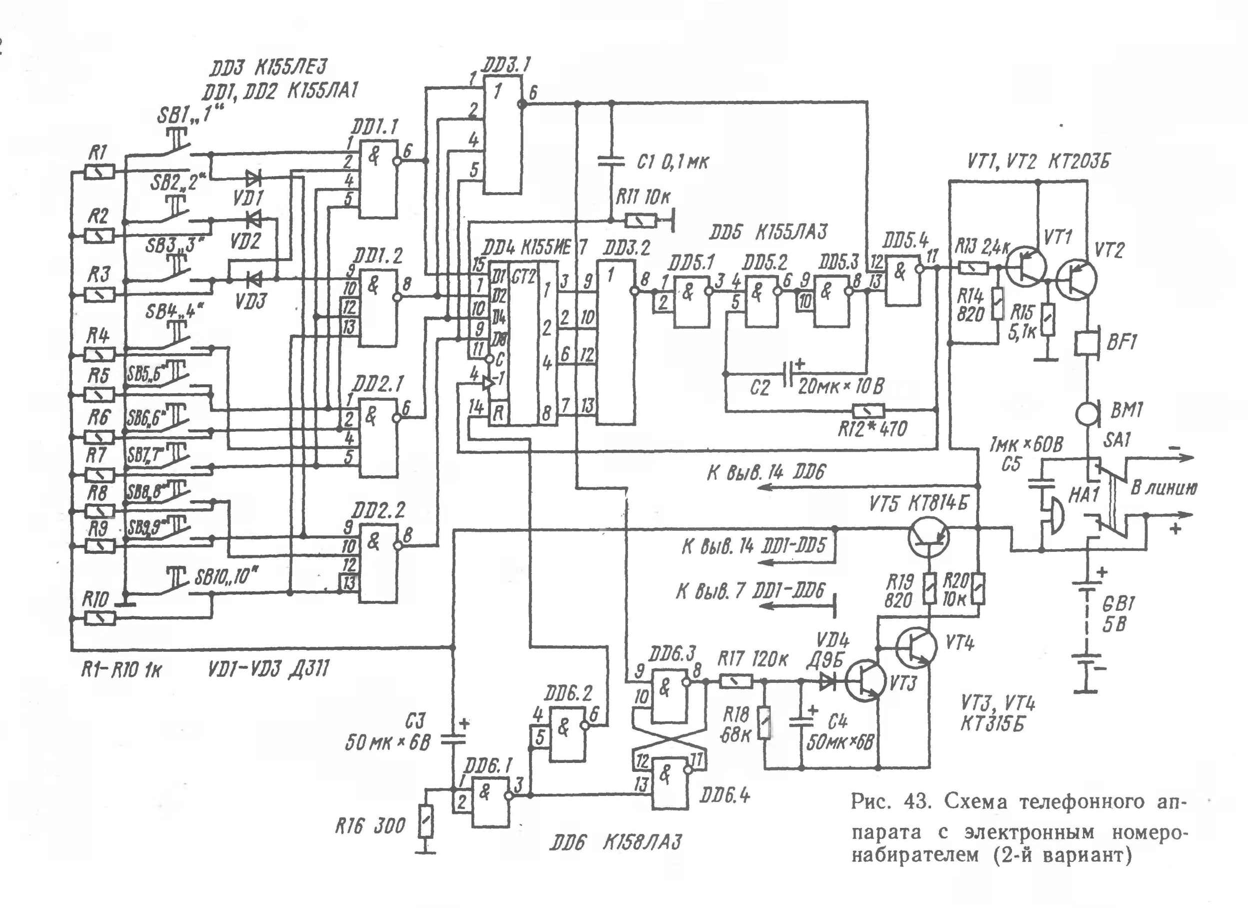


Рис. 43. Схема телефонного аппарата с электронным номеронабирателем (2-й вариант)

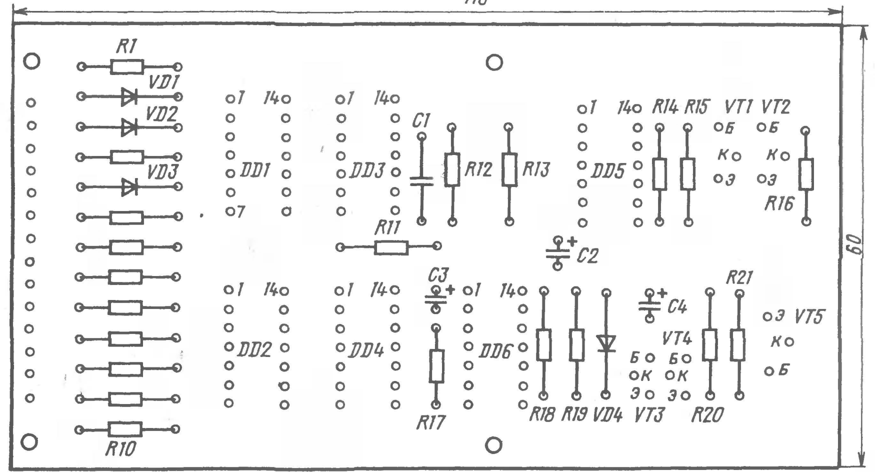


Рис. 44. Монтажная плата номеронабирателя

ние высокого, а на выходах DD2.1, DD2.2— низкого уровней. На выходе элемента DD3.1 будет напряжение низкого уровня, которое через дифференцирующую цепь R11C1 поступает на вход C реверсивного счетчика и устанавливает его в состояние 1100. Таким образом, теперь уровни напряжения на выходах счетчика соответствуют уровням напряжения на его входах. На выходе элемента DD3.2 появляется напряжение низкого уровня, что подготавливает к работе генератор на элементах DD5.2— DD5.4. Однако напряжение низкого уровня, поступающее на вход элемента DD5.4 с выхода элемента DD3.1, пока запрещает генерацию импульсов. Генератор начинает работать лишь после отпускания нажатой кнопки. Импульсы с выхода элемента DD5.4 поступают на вычитающий вход реверсивного счетчика DD4. При этом происходит уменьшение числа, записанного в счетчик, и на его выходах 1, 2, 4, 8 последовательно появляются комбинации логических уровней 0100, 1000, 0000. При последней комбинации на выходе элемента DD5.1 появляется напряжение низкого уровня, которое останавливает генератор. При этом транзистор VT2 трижды прерывает цепь линии связи, и приборы АТС устанавливают соединение с абонентом. Транзисторный ключ VT1VT2 работает точно так же, как и в предыдущих конструкциях номеронабирателей.

На логических элементах DD6.3, DD6.4, транзисторах VT3—VT5 собран узел отключения питания после набора номера. Элементы DD6.3 и DD6.4 образуют асинхронный RS-триггер. После включения питания конденсатор C4 разряжен, транзистор VT3 закрыт, а VT4, VT5 открыты. Напряжение поступает на

микросхемы. Поскольку в первый момент конденсатор С3 разряжен, на входах элемента DD6.1 будет напряжение высокого уровня, а на его выходе — напряжение низкого уровня. Триггер устанавливается в состояние, при котором на выходе элемента DD6.3 появляется напряжение низкого уровня. Это состояние элементы номеронабирателя сохраняют до тех пор, пока не будет нажата одна из кнопок. Как только это произойдет, RS-триггер напряжением низкого уровня, поступающим с выхода элемента DD3.1, переключится в противоположное состояние, и начнется зарядка конденсатора С4 через резистор R17. Через некоторое время (3...4 с) открывается транзистор VT3 и закрываются транзисторы VT4, VT5. Теперь напряжение батареи GB1 подается только на микросхему DD6 и резисторы R14, R20. Потребляемый ток составляет 3...5 мА. Следовательно, использование узла отключения батареи позволяет значительно увеличивать срок ее службы.

Логические элементы DD6.1, DD6.2 обеспечивают установку в исходное состояние счетчика DD4 и RS-триггера. Резисторы R1— R10 повышают помехоустойчивость.

Микросхему К158ЛА3 (DD6) можно заменить на К155ЛА3 или К555ЛА3, однако экономичность устройства при этом несколько снизится. Можно также применить микросхему КМОП-структуры К561ЛА7, что повысит экономичность устройства, но в этом случае сопротивление резистора R16 увеличится до 20...30 кОм, а емкость конденсатора С3 уменьшится до 0,25...0,5 мкФ.

Детали номеронабирателя размещают на плате размерами 115×60 мм (рис. 44). Монтаж выполняют проводами. Плату и батарею питания GB1 (четыре аккумулятора Д=0,25 или батарея 3336Л) размещают в корпусе стандартного телефонного аппарата.

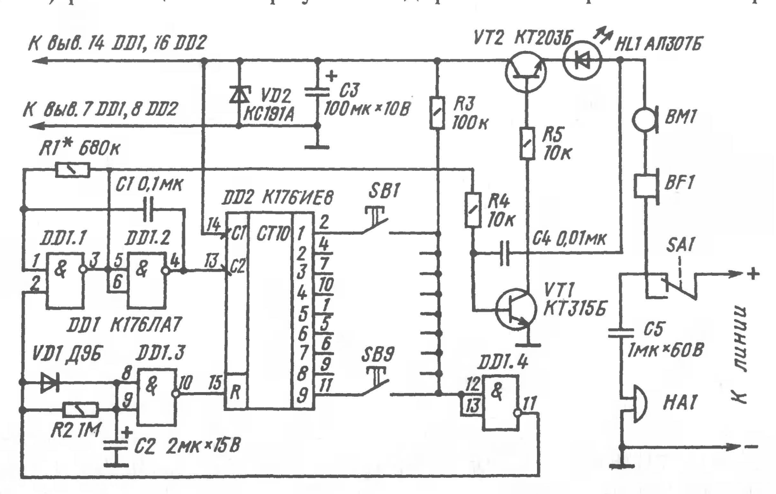
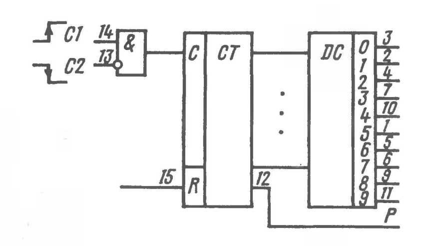


Рис. 45. Схема телефонного аппарата с номеронабирателем, питающимся от линии АТС

Рис. 46. Структура микросхемы К176ИЕ8



Правильно собранное устройство в налаживании не нуждается.

На рис. 45 приведена схема еще одного варианта электронного номеронабирателя, питание которого осуществляется непосредственно от линии АТС. Отказаться от автономного питания номеронабирателя оказалось возможным благодаря применению микросхем серии К176, потребляющих малый ток.

Принцип действия такого варианта номеронабирателя аналогичен работе предыдущего. Особенностью же его является применение стабилитрона VD2 и конденсатора С3. Конденсатор С3 заряжается до напряжения 9 В (когда транзистор VT2 открыт) и обеспечивает питание микросхем при размыкании линии связи (когда транзистор VT2 закрыт) за счет накопленной в процессе заряда энергии. Конденсатор С4 обеспечивает первоначальный запуск устройства. При подключении номеронабирателя к линии (т. е. при снятии микротелефонной трубки) импульс тока зарядки конденсатора С4 открывает транзистор VT1, что обеспечивает открывание транзистора VT2 и подачу напряжения питания на микросхемы. При этом на выходе элемента DD1.1 устанавливается напряжение высокого уровня, поддерживающее транзистор VT1 и, следовательно, транзистор VT2 в открытом состоянии. Горящий светодиод HL1 сигнализирует о подаче напряжения на электронный номеронабиратель. При нажатии какой-либо кнопки светодиод мигает, показывая прохождение импульсов набора номера в линию.

Микросхема К176ИЕ8 (DD2) представляет собой двоично-десятичный счетчик, объединенный в одном корпусе с дешифратором. Внутренняя структура этой микросхемы показана на рис. 46. Установка счетчика СТ в исходное состояние, соответствующее напряжению низкого уровня на всех выходах (кроме нулевого) дешифратора DC, осуществляется подачей напряжения высокого уровня на вход R. В счетном режиме на R-входе должно быть напряжение низкого уровня. Изменение состояния счетчика происходит при подаче импульсов на входе С1 (на входе С2 при этом должно быть напряжение низкого уровня) или на вход С2 (на входе С1 при этом должно быть напряжение высокого уровня).

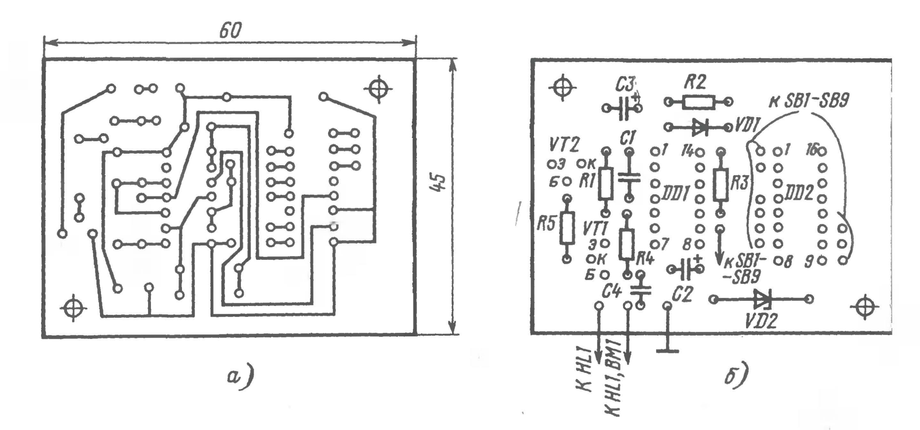


Рис. 47. Монтажная плата номеронабирателя:

а — вид со стороны печатных проводников; б — размещение деталей на плате

В первом случае счетчик изменяет свое состояние по фронту импульсов, во втором случае — по спаду импульсов. При работе счетчика на выходах 0...9 дешифратора последовательно появляется напряжение высокого уровня, которое в каждый момент присутствует только на одном из них — а именно на том, номер которого соответствует числу импульсов, поданных на вход предварительно обнуленного счетчика.

В описываемом варианте номеронабирателя счетчик микросхемы DD2 переключается спадом импульсов, подаваемых на вход C2.

Микросхемы серии К176 можно заменить соответствующими аналогами из серии К561. Стабилитрон КС191А можно заменить на Д814Б. Детали номеронабирателя монтируют на печатной плате (рис. 47).

Во всех описанных электронных номеронабирателях допустимы следующие замены элементов: транзисторы КТ315— на КТ312, КТ3117, КТ503; КТ203Б— на КТ209 (Г — М), КТ501 (Г — М), КТ502 с любыми буквенными индексами (предельно допустимое напряжение для этих транзисторов не менее 30 В). Оксидные конденсаторы — К50-6, К50-16, К50-12, К53-1, остальные конденсаторы постоянной емкости — КМ-5, КМ-6, КЛС, К10—7В; конденсатор, включаемый последовательно со звонком, может быть МБМ, К73-17, К76-П2.

Необходимо отметить, что телефонные аппараты с клавишным набором номера, о которых рассказывалось здесь, предназначены только для совместной работы с описанной АТС. Подключение их к телефонным сетям общего пользования недопустимо, так как может привести к выходу из строя электронного номеронабирателя и нарушению нормальной работы телефонных сетей.

ПРИСТАВКИ К ТЕЛЕФОННЫМ АППАРАТАМ

Устройства, о которых здесь пойдет разговор, предназначены для расширения функциональных возможностей телефонных аппаратов, повышения удобства пользования ими. Все они совместимы с аппаратами телефонных сетей общего пользования, однако при соответствующей настройке могут работать и с телефонными аппаратами самодельной АТС.

Принцип действия всех приставок основан на регистрации вызывных сигналов, поступающих к телефонному аппарату, и соответствующей обработке этих сигналов. Приставки выполнены в виде подставки под телефонный аппарат и имеют индуктивную связь с обмоткой звонка. Их эксплуатация не противоречит требованиям Государственной инспекции электросвязи.

Структурная схема приставки показана на рис. 48. Сигнал с индукционного датчика ИД, находящегося в магнитном поле катушки звонка телефонного аппарата ТА, усиливается усилителем У и поступает на вход формирователя Ф. С выхода формирователя сигнал поступает на вход логического блока ЛБ, а с его выхода— к исполнительному устройству ИУ.

Световой сигнализатор вызова. Предназначенный для людей с пониженным слухом, он обеспечивает появление светового сигнала при поступлении вызова к абоненту (рис. 49). Индуктивный датчик L1 располагают в магнитном поле катушки звонка телефонного аппарата. Создаваемое им переменное напряжение через разделительный конденсатор C1 поступает на вход усилителя на логическом элементе DD1.1, работающем в аналоговом (линейном) режиме [3]. Такой режим достигается введением отрицательной обратной связи по постоянному току через резистор R2. Усиленный в десятки раз сигнал через дифференцирующую цепь C2R3 поступает на формирователь — триггер Шмитта, выполненный на логических элементах DD1.2, DD1.3. С выхода триггера Шмитта сигнал поступает (через резисторы R6, R7) на базу высоковольтного транзистора VT1, включенного в цепи управляющего электрода тринистора VS1. Особенность такого способа включения транзистора — незначительная рассеиваемая на нем мощность. Это объясняется тем, что после открывания тринистора напряжение между коллектором и эмиттером транзистора уменьшается до 1...2 В, и ток через него практически прекращается. Тринистор управляет нагрузкой — осветительной лампой HA1, которая и сигнализирует о поступающем вызове к абоненту.

Конденсатор C4 сглаживает пульсации вызывного напряжения и исключает мерцание сигнальной лампы HA1.

ТА → ИД → У → Ф → ЛБ → ИУ

Рис. 48. Структурная схема приставки к телефонному аппарату

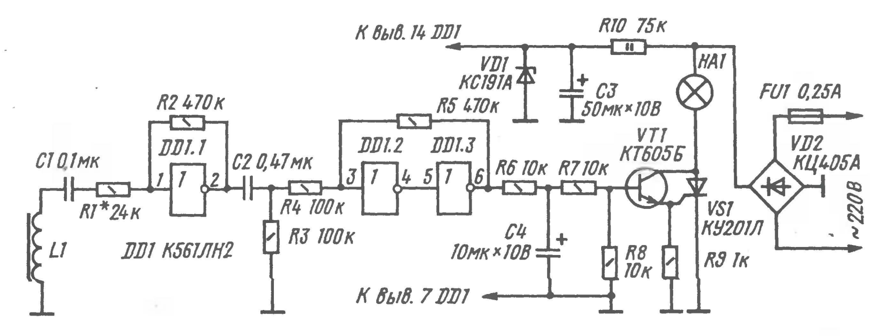


Рис. 49. Схема светового сигнализатора вызова

Питание микросхемы осуществляется от параметрического стабилизатора, в котором работают элементы R10, VD1, C3.

Микросхему К561ЛН2 можно заменить на К561ЛН1, К561ЛА7, К561ЛА9 или соответствующие аналоги из серии К176. Транзистор VT1— КТ605, КТ940 с любыми буквами. Тринистор VS1 — КУ201К (Л), КУ202 (К — Н). Конденсаторы — КМ-6, К10-7 (C1, C2), К50-6, К50-16, К50-12 (C3). Функцию датчика L1 выполняет катушка электромагнитного реле РС13 (паспорт РС4.523.026). Она содержит 28000 витков провода ПЭВ-1 0,05 и обладает сопротивлением 8 кОм. Длина катушки 40 мм. Подойдут также катушки от аналогичных реле типа РКН, РКМ. Можно применять и самодельный датчик. Его магнитопроводом может быть стальной пруток диаметром 5...7 мм (например, обычный гвоздь).

Телефонный световой сигнализатор монтируют на плате из фольгированного стеклотекстолита (рис. 50). Плату размещают в корпусе размерами 210×140×40 мм в виде подставки под телефон. Катушка-датчик L1 должна находиться на расстоянии не более 50...70 мм от обмотки звонка телефонного аппарата.

Необходимой чувствительности устройства добиваются подбором резистора R1.

Мощность лампы накаливания HL1 может быть 25...150 Вт.

Сигнализатор с мелодичным звучанием (рис. 51) позволяет заменять резкий звук звонка приятной трелью соловья. Его входная часть (датчик, усилитель и формирователь) аналогична соответствующим узлам предыдущего сигнализатора. Резисторы R6, R7, диод VD1 и конденсатор C3 образуют фильтр, преобразующий пульсирующее напряжение в постоянное. Генераторы на логических элементах DD1.4 и DD2.1, DD1.5 и DD2.2, DD1.6 и DD2.3 вырабатывают импульсы частотой примерно 1000, 10 и 500 Гц соответственно. Их суммарный сигнал и имитирует звуки, напоминающие пение соловья. С выхода логического элемента DD3.2 сигнал звуковой частоты поступает на вход ключевого усилителя

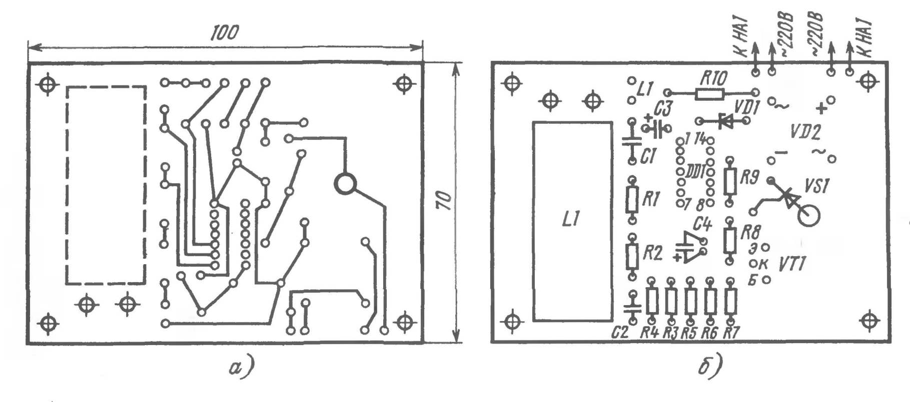


Рис. 50. Монтажная плата светового сигнализатора:

а — вид со стороны печатных проводников; б — размещение деталей на плате

на транзисторе VT1. Его нагрузкой служит переменный резистор R12. Снятый с него сигнал излучатель HA1 преобразует в звук.

Напряжение питания на элементы сигнализатора поступает от электросети через конденсатор C8 и выпрямитель VD3. Конденсатор C8 выполняет функцию балластного сопротивления (емкостное сопротивление этого конденсатора переменному току частотой 50 Гц составляет 10 кОм). Резистор R13 обеспечивает разрядку конденсатора после отключения устройства от сети. Напряжение для питания микросхем и звукового излучателя снимаются со стабилизатора VD3 и VD2; конденсаторы C7 и C10 сглаживают пульсации выпрямленного напряжения; конденсатор C9 повышает помехоустойчивость сигнализатора.

Сигнализатор с селекцией числа звонков начинает выдавать звуковой сигнал не сразу после подачи вызывных посылок — звонков, а лишь с некоторого числа их. Другими словами, сигнализатор как бы пропускает определенное число звонков, не реагируя на них звуком, а лишь записывая в память. Звонок телефонного аппарата, работающий с таким сигнализатором, должен быть несколько приглушен.

Данное устройство можно применять, например, для исключения поступления вызовов от нежелательных абонентов. Известно, что в среднем абонент держит трубку в течение подачи 4—5 звонков, что вполне достаточно, чтобы вызываемый им абонент подошел к телефону и ответил, а затем дает «отбой», возвращая трубку на рычаг аппарата. Если сигнализатор настроить на режим игнорирования такого числа звонков, то дозвониться смогут лишь те абоненты, которым сообщен «секрет» и которые будут держать трубку в течение 6 и более звонков. Другой возможный

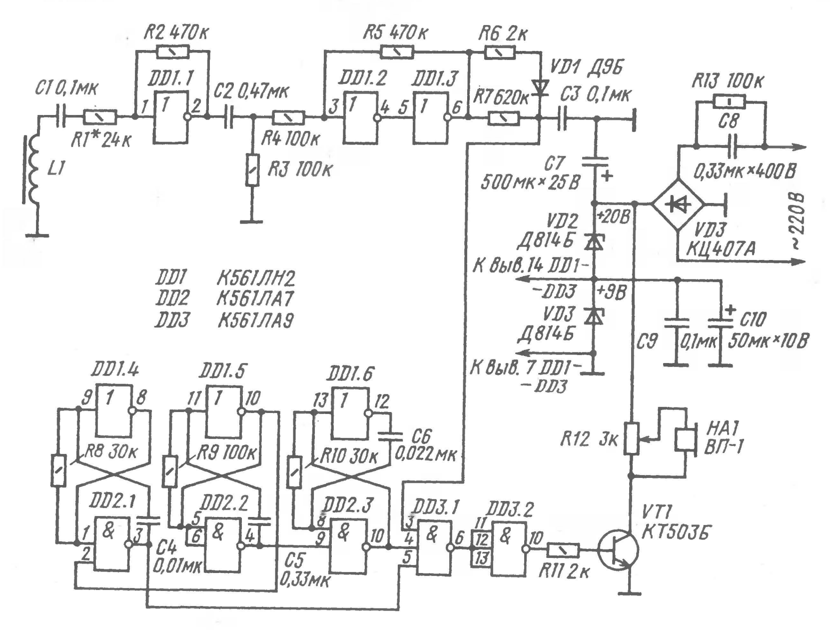


Рис. 51. Схема сигнализатора с мелодичным звучанием

случай применения такого устройства — установление приоритетов в работе двух параллельно соединенных телефонных аппаратов, находящихся в разных помещениях; в этом случае один из двух телефонов работает совместно с сигнализатором. При появлении в линии вызывных посылок сначала на них реагирует только первый телефонный аппарат— в нем звонит звонок. Сотрудники, находящиеся в этом помещении, снимают трубку. Если же в комнате, где находится первый абонент, никого нет или никто не желает снимать трубку, то по прошествии некоторого времени начинает звучать сигнализатор, установленный рядом со вторым телефонным аппаратом. Сотрудники второй комнаты снимают трубку. Такой сигнализатор удобно использовать и тогда, когда в первой комнате находится начальник, который по договоренности должен брать трубку первым, а во второй комнате — его подчиненные. Если во вторую комнату поступил вызов — значит, начальника нет на месте, и надо снимать трубку. При этом часть вызовов проходит незаметно для служащих во второй комнате и не отвлекает их от работы. Возможны и другие случаи применения сигнализатора.

Принципиальная схема сигнализатора показана на рис. 52. Входные каскады, генератор сигнала звуковой частоты и источник питания — точно такие же, как и в предыдущем устройстве. При включении устройства в электросеть и отсутствии сигнала

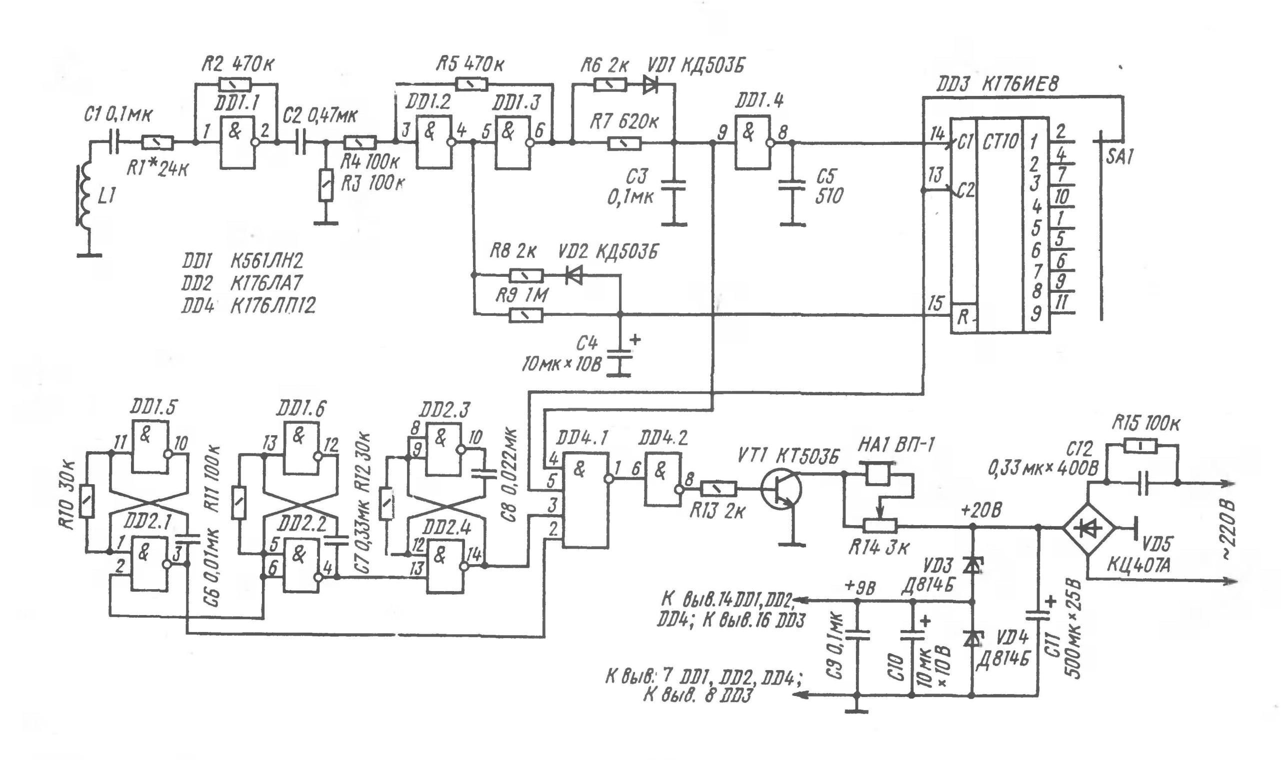


Рис. 52. Схема сигнализатора с селекцией числа звонков

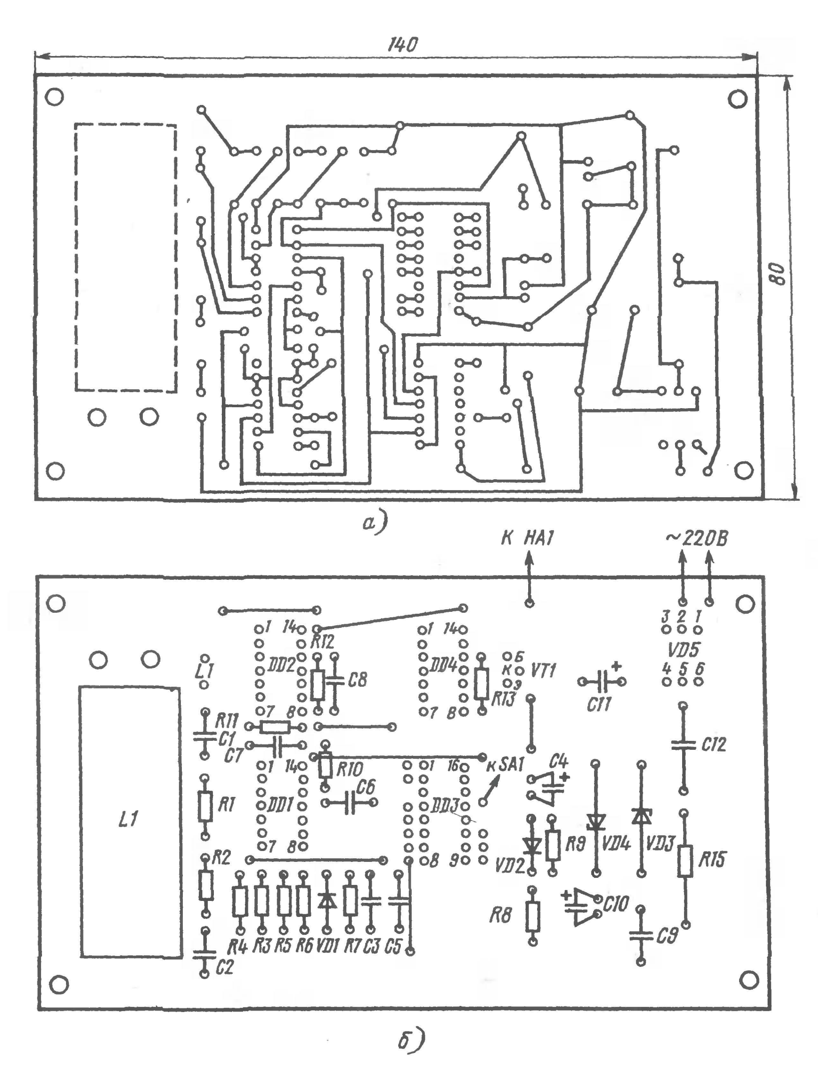


Рис. 53. Монтажная плата селективного сигнализатора:
а — вид со стороны печатных проводников; б — расположение деталей на плате

датчика L1 на выходе элемента DD1.2 появляется напряжение высокого уровня. Конденсатор C4 начинает заряжаться через резистор R9. Через 10...15 с напряжение на конденсаторе достигает порога переключения элемента DD1.2 (около 5 В), поступает на вход R счетчика DD3 и устанавливает его в исходное состояние, при котором на всех выходах будет напряжение низкого уровня. Напряжение такого уровня, поступающее на входные выводы 4,5 элемента DD4.1, запрещает подачу звукового сигнала на вход элемента DD4.2. Сигнализатор находится в ждущем режиме.

При появлении переменного магнитного поля в непосредственной близости от датчика L1 на выходе элемента DD1.3 возникают прямоугольные импульсы. Конденсатор C4 быстро разряжается через резистор R8 и диод VD2, на R-входе счетчика DD3 появляется напряжение низкого уровня, переводящее эту микросхему в счетный режим работы. За время паузы между двумя звонками (4...5 с) конденсатор C4 не успевает зарядиться через резистор R9 до напряжения, при котором происходит сброс триггеров счетчика DD3, поэтому микросхема DD3 работает в счетном режиме все время, пока подаются звонки.

При подаче звонка на входе элемента DD1.4 действует напряжение высокого уровня, а на его выходе — низкого уровня. Поскольку по входу C1 счетчик переключается положительным перепадом напряжения, то изменение состояния счетчика происходит по окончании первого звонка. При этом на первом выходе счетчика (вывод 2) устанавливается напряжение высокого уровня.

При появлении напряжения высокого уровня на выходе счетчика, к которому подключен подвижный контакт галетного переключателя SA1, напряжение такого же уровня будет и на входе C2, которое устанавливает счетчик в режим хранения. Теперь импульсы на входе C1 уже не будут изменять состояние счетчика. Одновременно на выводе 5 микросхемы DD4 устанавливается напряжение высокого уровня, и при появлении последующих звонков начинает работать звуковой сигнализатор HA1 устройства. Звуковые сигналы будут продолжаться до тех пор, пока вызываемый абонент не снимет трубку своего аппарата или вызывающий абонент не прекратит подачу сигналов вызова.

Детали устройства монтируют на печатной плате (рис. 53). Корпус его точно такой же, как у светового сигнализатора. На боковую стенку выводят ручки переменного резистора R14 и галетного переключателя SA1 (переключатель типа МПН-1 на 11 положений).

Сигнализатор числа поступивших вызовов. Это устройство (рис. 54) в отсутствие абонента ведет подсчет числа поступивших к нему вызовов. Такая информация может представлять определенный интерес для абонента.

Его входные каскады (см. рис. 54) аналогичны соответствующим каскадам предыдущих сигнализаторов. На выходе элемента DD1.5 (вывод 8) формируются прямоугольные импульсы, период которых соответствует периоду следования поступающих вызовов. Эти импульсы не являются откликом устройства на все поступившие звонки, а представляют собой реакцию сигнализатора на группы звонков, подаваемых одним абонентом. При поступлении первого звонка конденсатор C3 быстро заряжается до напряжения высокого уровня через резистор R6 и диод VD1. За время паузы между двумя звонками (4...5 с) конденсатор не успевает разрядиться, и напряжение высокого уровня на выходе формирователя

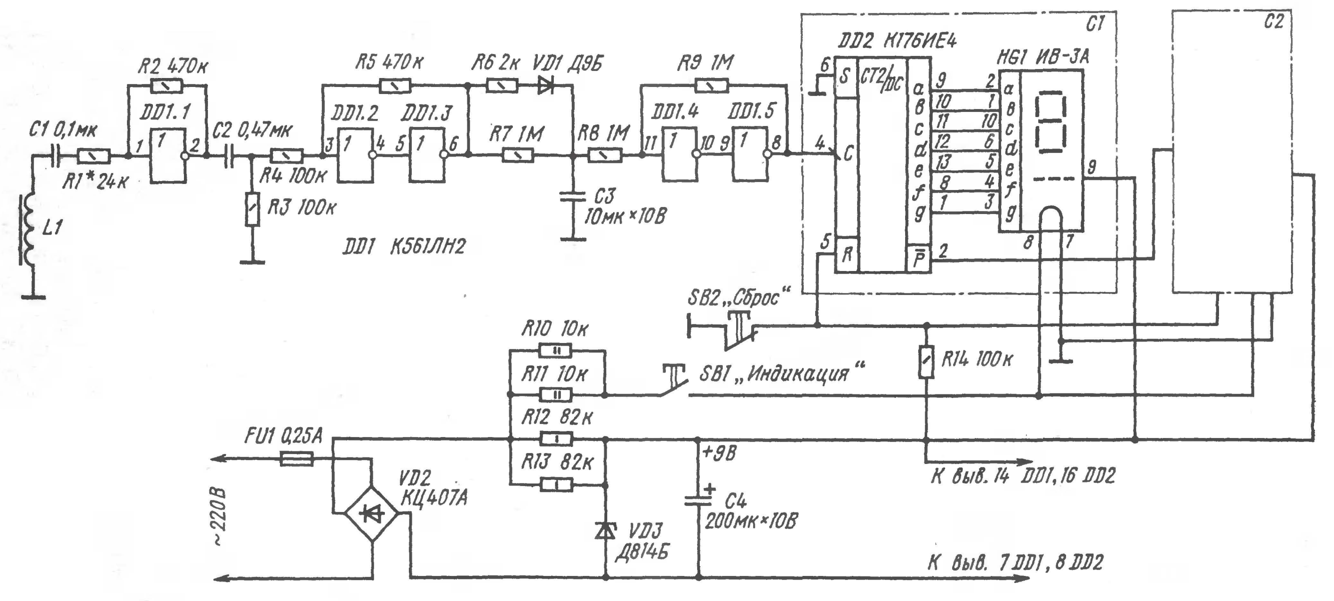


Рис. 54. Схема сигнализатора числа поступивших вызовов

сохраняется в течение действия всей группы звонков. По завершении действия вызывных посылок конденсатор C3 разряжается через резисторы R7 и R8, и на вход C микросхемы DD2 поступает один импульс.

Микросхема K176ИЕ4 (DD2) представляет собой двоично-десятичный счетчик с дешифратором, управляющим работой семисегментного цифрового индикатора. Ее вход C — счетный, вход S служит для выбора режима работы выходных каскадов: при действии на входе S напряжения высокого уровня состояние счетчика определяется напряжением низкого уровня. На его входах; при действии на входе S напряжения низкого уровня — напряжением высокого уровня на выходах счетчика. Установка счетчика в исходное состояние обеспечивается подачей напряжения высокого уровня на R-вход, для чего нужно нажать кнопку SB2 «Сброс». Кнопка SB1 «Индикация» служит для вывода требуемой информации — через ее контакты подается питание на нить накала люминесцентного индикатора HG1.

Наличие двух счетчиков (C1 и C2) позволяет производить подсчет числа поступивших вызовов до 99. При одном счетчике наибольшее число поступающих вызовов будет 9.

Цифровые индикаторы (HG1, HG2) могут быть как люминесцентными, так и светодиодными [2]. Кнопки SB1 и SB2— КМ1, МП7, П2К.

ВЫБОР И ВОЗМОЖНАЯ ЗАМЕНА ЭЛЕМЕНТОВ

Приступая к изготовлению того или иного устройства, конструктор прежде всего оценивает свои возможности с точки зрения наличия у него необходимых элементов и, если надо, приступает к поискам недостающих деталей.

При поиске возможных замен следует пользоваться данными справочной литературы, список которой приведен в конце книги.

Для *резисторов* определяющими являются два параметра: номинальное сопротивление и рассеиваемая мощность. В устройствах, описанных в данной книге, во всех случаях допускается отклонение сопротивлений резисторов от указанных на принципиальных схемах в ту или иную сторону на 10...20 %. При этом следует помнить, что и у самого резистора допускается некоторый разброс сопротивления от номинального значения.

При замене *конденсаторов* следует обращать внимание на их тип, емкость и номинальное напряжение. Практически во всех устройствах телефонной связи оксидные полярные конденсаторы можно заменить обычными неполярными, но они, как правило, имеют бóльшие размеры и массу. При выборе емкости конденсатора следует исходить из тех функций, которые он в данном узле

выполняет. Так, емкость конденсаторов, работающих в фильтрах источников питания, всегда может быть больше (по сравнению с указанной на схеме) в несколько раз — вреда от этого не будет. Более внимательно следует подходить к выбору емкости конденсаторов, работающих во времязадающих цепях (генераторы, реле времени: постоянная времени должна оставаться неизменной.

При выборе номинального напряжения конденсатора необходимо руководствоваться значением максимального напряжения, которое может действовать в данном узле устройства.

Для *полупроводниковых диодов* определяющими параметрами являются максимальное обратное напряжение и максимальный прямой ток. Именно это следует учитывать при замене диодов, работающих в выпрямителях. При замене диодов, работающих в блоке питания с преобразованием частоты, необходимо, помимо двух названных параметров, учитывать и предельную рабочую частоту диода. Для диодов, работающих, например, в дешифраторе (см. рис. 43), определяющим параметром является прямое напряжение — оно не должно превышать напряжение низкого уровня для данной серии микросхем (для К155— не более 0,4 В).

При замене *транзисторов* учитывают такие их параметры, как предельно допустимое напряжение между коллектором и эмиттером $U_{КЭmax}$, максимальный ток коллектора $I_{Кmax}$, минимальное значение статического коэффициента передачи тока базы $h_{21Э}$, допустимую рассеиваемую мощность P_{max}.

Для *электромагнитных реле,* используемых в устройствах телефонной связи, определяющими параметрами являются сопротивление обмотки и ток срабатывания, а также число контактных групп. Произведение первых двух параметров указывает напряжение срабатывания реле. Значение напряжения срабатывания реле должно быть на 20...30 % меньше подводимого к нему — для обеспечения надежного срабатывания и удержания якоря реле в условиях возможных вибраций. Ток через обмотку реле не должен превышать предельный коллекторный ток коммутирующего транзистора. Для использования в описанных устройствах можно рекомендовать следующие типы электромагнитных реле:

1) с одной группой переключающих контактов — РЭС10 (паспорта РС4.524.302, РС4.524.314, РС4.524.319), РЭС15 (паспорта РС4.591.004, РС4.591.006, ХП4.591.010, ХП4.591.011, ХП4.591.013, ХП4.591.014), РЭС34 (паспорта РС4.524.372, РС4.524.376), РЭС49 (паспорта РС4.569.000, РС4.569.423, РС4.569.424);

2) с двумя группами переключающих контактов — РЭС6 (паспорта РФ0.452.103, РФ0.452.104), РЭС9 (паспорта РС4.524.200, РС4.524.201, РС4.524.209, РС4.524.213), РЭС37 (паспорта РФ4.510.064, РФ4.510.72), РЭС47 (паспорта РФ4.500.408, РФ4.500.417), РЭС48 (паспорта РС4.590.201, РС4.590,207, РС4.590.213, РС4.590.218), РЭС54 (паспорта ХП4.500.010,

ХП4.500.011), РЭС60 (паспорта РС4.569.436, РС4.569.437);

3) с четырьмя группами переключающих контактов — РЭС22 (паспорта РФ4.500.131, РФ4.500.163, РФ4.500.225, РФ4.500.231), РЭС32 (паспорта РФ4.500.342, РФ4.500.343, РФ4.500.354, РФ4.500.355).

Данные реле рассчитаны на напряжения срабатывания 12...20 В; возможно применение реле с меньшим напряжением срабатывания — тогда последовательно с обмоткой следует включить ограничивающий резистор.

И наконец, о возможной замене *микросхем.* В устройствах, о которых рассказывается в книге, использованы ТТЛ-микросхемы и КМОП-микросхемы. Они отличаются всеми основными параметрами: потребляемой мощностью, уровнями напряжения, входными и выходными токами. Поэтому непосредственная замена ТТЛ-микросхем на КМОП-микросхемы и наоборот недопустима. Более просто решается вопрос о замене микросхем ТТЛ их аналогами из микросхем ТТЛ. Наиболее распространены микросхемы ТТЛ серий К130, К133, К155, К158, К530, К531, К555. Для устройств, базирующихся на КМОП-микросхемах, можно использовать микросхемы серий К164, К176, К561, К564. При замене микросхем учитывают их функциональное назначение, характер выходного каскада (открытый или закрытый) и, конечно, цоколевку.

Список литературы

1. **Автоматическая** телефонная станция (Итоги мини-конкурса «АТС»)//Радио.—1984.—№ 10.— С. 51—54.
2. **Алексеев С.** Применение микросхем серии К176//Радио.— 1984.—№ 4.—С. 25—28, 1984.—№ 5.— С. 36—40, 1984.— № 6.— С. 32—35.
3. **Воскобойников М.** Цифровые микросхемы в устройствах НЧ// Радио.—1981.—№ 7—8. С. 37.
4. **Димитрова М. И., Пунджев В. П.** 33 схемы с логическими элементами И-НЕ: Пер. с болг.— Л.: Энергоатомиздат, 1988.— 112 с.
5. **Дубровский Е. А.** Абонентские устройства ГТС: Справочник.— 4-е изд., перераб. и доп.— М.: Радио и связь, 1986.—296 с.
6. **Евсеев А.** На базе телефонных аппаратов//В помощь радиолюбителю.— 1987.— Вып. 96.— С. 30—49.
7. **Зельдин Е. А.** Цифровые интегральные микросхемы в информационно-измерительной аппаратуре.— Л.: Энергоатомиздат, 1986.—280 с.
8. **Интегральные** микросхемы: Справочник/Б. В. Тарабрин, Л. Ф. Лунин, Ю. Н. Смирнов и др.; Под ред. Б. В. Тарабрина.— 2-е изд., испр.— М.: Энергоатомиздат, 1985.—528 с.

9. **Литвин М., Чиркин В., Клочко А.** Местная АТС//Радио.— 1988.—№ 6.— С. 40—42.
10. **Максимов Г. З., Пшеничников А. П., Харитонова Е. Н.** Автоматическая сельская электросвязь: Учеб. пособие для вузов связи.— М.: Радио и связь, 1985.—232 с.
11. **Мальцева Л. А., Фромберг Э. М., Ямпольский В. С.** Основы цифровой техники.— М.: Радио и связь, 1986.—128 с.
12. **Новиков А.** Бесконтактная АТС//Радио.—1986.—№ 4.— С. 53—55.
13. **Полупроводниковые** приборы: Диоды, тиристоры, оптоэлектронные приборы: Справочник/А. В. Баюков, А. Б. Гитцевич, А. А. Зайцев и др.; Под общ. ред. Н. Н. Горюнова.— 2-е изд., перераб.— М.: Энергоатомиздат, 1984.—744 с.
14. **Пономарев Л. Д., Евсеев А. Н.** Конструкции юных радиолюбителей.—2-е изд., перераб. и доп.— М.: Радио и связь, 1989.— 128 с.
15. **Приймак Д.** Двухполюсник-усилитель//Радио.— 1984.— № 7.— С. 36; 1988.— № 3.— С. 55.
16. **Проводная** связь/С. Г. Милейковский, В. П. Дмитриев, С. М. Сафро и др.— М.: Связь. 1971.—236 с.
17. **Томас Р. К.** Коммутационные устройства: Справ. пособие.— М.: Радио и связь, 1982.—80 с.
18. **Транзисторы:** Справочник/О. П. Григорьев, В. Я. Замятин, Б. В. Кондратьев, С. Л. Пожидаев.— М.: Радио и связь, 1989.—272 с.
19. **Фомишин Е.** Квазителефонное переговорное устройство//В помощь радиолюбителю.—1988.— Вып. 100.— С. 34—41.
20. **Цифровые** и аналоговые интегральные микросхемы: Справочник/С. В. Якубовский, Л. И. Ниссельсон, В. И. Кулешова и др.; Под ред. С. В. Якубовского.— М.: Радио и связь, 1990.— 496 с.
21. **Шило В. Л.** Популярные цифровые микросхемы: Справочник.— М.: Радио и связь, 1987.—352 с.

Содержание